Éducation et didactique

2-3 | Décembre 2008
Varia

Du travail documentaire des enseignants : genèses, collectifs, communautés

Le cas des mathématiques

Ghislaine Gueudet et Luc Trouche

Édition électronique
URL : https://journals.openedition.org/educationdidactique/342
DOI : 10.4000/educationdidactique.342
ISBN : 978-2-7535-1619-9
ISSN : 2111-4838

Éditeur
Presses universitaires de Rennes

Édition imprimée
Date de publication : 1 décembre 2008
Pagination : 7-33
ISBN : 978-2-7535-0790-6
ISSN : 1956-3485

Référence électronique
Ghislaine Gueudet et Luc Trouche, « Du travail documentaire des enseignants : genèses, collectifs, communautés », *Éducation et didactique* [En ligne], 2-3 | Décembre 2008, mis en ligne le 01 décembre 2010, consulté le 25 avril 2022. URL : http://journals.openedition.org/educationdidactique/342 ; DOI : https://doi.org/10.4000/educationdidactique.342

Tous droits réservés

DU TRAVAIL DOCUMENTAIRE DES ENSEIGNANTS : GENÈSES, COLLECTIFS, COMMUNAUTÉS

Le cas des mathématiques

Ghislaine Gueudet, CREAD, IUFM de Bretagne UBO
Luc Trouche, EducTice, INRP & LEPS, Université de Lyon

Résumé : Nous étudions le travail documentaire des enseignants : collecter des ressources, les sélectionner, les transformer, les recomposer, les mettre en œuvre, les partager, les réviser … La documentation désigne simultanément ce travail et ce qu'il produit ; elle est au cœur de l'activité professionnelle des enseignants. Nous proposons une approche théorique pour l'étude de cette documentation, et introduisons en particulier la notion de genèse documentaire. Ces genèses ont des aspects individuels, mais aussi collectifs, en particulier au sein de communautés de pratique. Elles jouent un rôle essentiel dans le développement professionnel des professeurs. Nous présentons cette approche documentaire du didactique et donnons des exemples de son application dans le cas des professeurs de mathématiques.

Mots clés : communautés de pratique, développement professionnel des professeurs, documents, genèses documentaires, ressources.

1. Introduction

L'étude que nous présentons porte sur *l'activité* et le *développement professionnel* des enseignants de mathématiques. Poursuivant un objectif de prise en compte de l'ensemble de cette activité, nous avons fait le choix de considérer plus particulièrement ce qui constitue souvent la face cachée du travail de l'enseignant, le travail qu'il réalise *hors classe* (Ball, Hill, & Bass 2005), dans un espace privé ou semi-public, en interaction forte avec son travail *en classe*.

1.1 Ressources, documents et développement professionnel des enseignants

Ce que nous voulons étudier ici, c'est le travail du professeur dans ses rapports à ce *qu'il comprend* et à *ce qui le comprend* (Pascal, cité par Bourdieu 1997), dans son *unité* et dans son *développement* :

- ce que l'activité du professeur comprend, c'est un ensemble *de ressources*. Nous conférons à ce terme une acception très générale : un manuel scolaire, les programmes scolaires, un logiciel dédié à l'enseignement, sont, bien entendu, des ressources (celles-ci relèvent de ce que les travaux anglo-saxons nomment le *curriculum material*, Remillard 2005, Ruthven 2008) ; le travail des professeurs, constituant leur propre curriculum (Ball & Cohen 1996, p. 6) produit aussi de nouvelles ressources ; une copie d'élève, les interactions dans la classe, un conseil donné par un collègue, constituent également des ressources pour le professeur, au sens attribué à ce terme par Adler (2000), jouant sur la structure même du mot : ce qui *re-source* l'activité des enseignants ;

- ce qui comprend l'activité du professeur, c'est un ensemble de contraintes et de ressorts institutionnels et sociaux : la société elle-même, plus particulièrement l'institution scolaire, mais aussi des *collectifs*, constitués naturellement par un professeur et ses élèves, ou par des professeurs entre eux, ou impliquant d'autres acteurs de l'éducation. Comme de nombreuses autres activités humaines, l'activité enseignante connaît aujourd'hui d'importantes mutations liées à la généralisation du numérique, modifiant la nature des supports, donc à la fois les ressources des enseignants, et les conditions de leur exploitation (Bachimont & Crozat 2004), de leur conception et de leur mutualisation. Nous sommes donc particulièrement attentifs aux aspects numériques, y voyant des éléments précurseurs, et accélérateurs, des changements du travail enseignant ;

- nous considérons que l'unité du travail du professeur, c'est la conception (qui se nourrit des ressources disponibles) de *la matière* de son enseignement, pour lui, pour les élèves, pour les collectifs et les institutions auxquels il participe. Nous

appelons *travail documentaire* cette conception, et nommons *documents* de l'enseignant cette matière vivante. Nous proposons une approche théorique (§ 2) pour définir ces documents, mieux saisir ce qui les fonde, et analyser les processus qui permettent de les constituer et de les faire vivre. Dans la langue française, le mot *documentation* est polysémique, il peut désigner à la fois un travail (substantif lié au verbe « se documenter ») et le produit de ce travail. Quand nous voulons embrasser tout à la fois le travail documentaire et les documents engendrés au cours de ce travail, nous utilisons donc le terme documentation ; dans le cas contraire, nous distinguons travail documentaire et documents ;

- nous considérons que, à travers ce travail, un enseignant construit ce qui est nécessaire pour *faire son métier* (Clot 2007), c'est-à-dire que ce travail est porteur de *développement professionnel*. Nous définissons le développement professionnel comme la combinaison d'un ensemble de processus en interrelations : l'ouverture à de nouvelles ressources (Ball & Cohen 1996) ; le développement des connaissances de l'enseignant (Schulman 1986, Ball, Hill, & Bass 2005), à la fois disciplinaires, pédagogiques, curriculaires ; l'évolution de ses relations avec les autres acteurs de l'enseignement et l'évolution de ses conceptions du métier (Cooney, 1999).

1.2 Contingence, expérimentation et modélisation : ce qui fonde et ce que produit une approche théorique

Le travail exposé ici a été initié pour un cours à l'école d'été de didactique des mathématiques de 2007 (Gueudet & Trouche, à paraître). Nous avons bien conscience que l'approche théorique que nous proposons est encore en gestation, ce qui donne à cet article un aspect hybride : ce n'est ni tout à fait une étude empirique, ni la présentation d'un construit théorique complet. Les contextes expérimentaux évoqués ont contribué à l'élaboration de l'approche théorique que nous exposons. Dans la reconstruction que nous opérons ici, nous les utilisons pour donner à voir des exemples d'application de cette théorie.

Nos recherches se situant dans le champ de la didactique des mathématiques, nous nous sommes intéressés à la documentation d'acteurs de cet enseignement. Nous regardons plus particulièrement la documentation des professeurs de mathématiques du second degré, pour des raisons d'opportunité (nous menons depuis plusieurs années des études à ce niveau), mais aussi parce que l'utilisation des ressources numériques y semble plus développée que dans le premier degré. Nous disposons dans ce domaine de terrains d'observations, de concepts et de cadres théoriques qui nous permettent d'organiser notre étude, et qui constituent des germes de nouvelles constructions théoriques. Nous nous appuyons plus particulièrement sur deux dispositifs expérimentaux qui ont à voir directement avec la documentation des enseignants :

- le premier concerne les ressources en ligne, en particulier le logiciel Mathenpoche (Bueno-Ravel & Gueudet 2008), noté MEP (http-Mathenpoche [1]) dans la suite. Au cours du travail d'un groupe de recherche, constitué dans le cadre du projet GUPTEn (Genèses d'Usages Professionnels des Technologies par les Enseignants, Lagrange, Bessières, Blanchard, Loisy, & Vandebrouck 2007), nous avons étudié durant trois années consécutives les usages de MEP par des enseignants. Nous avons plus particulièrement suivi la préparation de certaines séquences, qui ont donné lieu à des interviews *a priori*, des observations en classe et des interviews *a posteriori* ;

- le deuxième concerne un dispositif de formation continue, le SFoDEM, qui a été mis en place dans l'académie de Montpellier entre 2000 et 2006 (Guin, Joab, & Trouche 2008). Ce dispositif, fondé sur la conception collaborative de ressources, visait à accompagner l'intégration des TICE [2] par des enseignants de mathématiques.

Le travail réalisé dans le cadre de ces dispositifs a permis de dégager les grands traits de notre approche théorique, que nous avons approfondie grâce à un autre dispositif, *ad hoc* celui-ci : nous avons réalisé des entretiens [3] avec 9 professeurs (5 de collège, 4 de lycée) en adaptant, pour cette circonstance, une méthodologie développée par Margolinas, Canivenc, de Redon, Rivière, et Wozniak (2005) pour leur étude du travail hors classe de professeurs du premier degré. Mais, alors que Margolinas et son équipe interrogeaient les professeurs des écoles dans leur salle de classe, nous sommes allés rencontrer les professeurs du second degré à leur domicile, qui nous semblait devoir être le lieu le

plus utilisé pour leur travail hors classe. Ceux-ci nous ont reçus, à notre demande, près de leur ordinateur connecté, de leurs livres, leurs classeurs. L'entretien, d'une durée d'une heure, a été enregistré et transcrit. Il comportait trois temps : la présentation de ce qui a été utilisé pendant l'année pour *préparer/faire* la classe, puis une *visite guidée* de trois documents les plus importants pour l'année en cours, enfin un regard vers le passé et vers le futur. Nous avons choisi des professeurs qui ne sont ni débutants, ni en fin de carrière ; la plupart ont autour de 40-50 ans. Nous avons, de plus, été attentifs, dans notre choix, à trois critères dont nous faisions l'hypothèse qu'ils pourraient avoir une influence sur le travail documentaire : le degré d'intégration des TICE (Assude 2008), les responsabilités institutionnelles (par exemple l'implication dans la formation continue) et le degré d'implication dans un collectif de professeurs (en particulier en lien avec MEP ou avec le SFoDEM).

Ces entretiens ont tous révélé l'importance du travail documentaire des enseignants, la variété des sources auquel il s'alimente, le caractère évolutif (en particulier du fait de l'irruption du numérique) et la complexité de ce qu'il produit, l'imbrication de facteurs individuels et collectifs. Approfondir la compréhension de ces phénomènes nous semble essentiel ; ceci requiert une approche théorique spécifique.

Nous exposons en partie 2 les concepts fondamentaux de cette approche théorique. Dans la partie 3, nous centrons notre propos sur les aspects collectifs de la documentation des enseignants ; nous étudions en particulier les apports de la notion de communauté de pratique pour l'étude de la documentation collective. En partie 4, nous étudions le cas du projet SFoDEM, à la fois matrice et illustration de notre approche. Nous concluons par des perspectives et de nouvelles questions, interrogeant en particulier la transférabilité de notre approche à d'autres contextes disciplinaires ou professionnels.

2. Approche documentaire, présentation et illustration

L'approche théorique que nous proposons, que nous nommons *approche documentaire du didactique*, se nourrit de plusieurs cadres théoriques, certains habituels en didactique des mathématiques (la théorie des situations – Brousseau 1998 – la théorie anthropologique du didactique – Chevallard 2002 – ou la théorie de la conceptualisation de Vergnaud – 1996), d'autres bien établis maintenant dans les études sur la prise en compte des instruments en didactique (la théorie ergonomique de Rabardel – 1995), d'autres approches enfin, plus directement liées à notre propos, dans le domaine de l'ingénierie documentaire (Pédauque 2006, 2007). Se nourrir de cadres théoriques signifie, pour nous, emprunter des démarches ou des concepts en les resituant dans un nouveau contexte, ou/et chercher des points de rencontre entre différents cadres.

2.1 D'une approche instrumentale à une approche documentaire du didactique

Notre point de départ est l'approche instrumentale, telle qu'elle a été développée par Rabardel (1995) en ergonomie cognitive, puis intégrée en didactique des mathématiques (Guin & Trouche 2002). Rabardel distingue un *artefact*, disponible pour un utilisateur donné, et un *instrument* que cet utilisateur construit, à partir de cet artefact, dans le cours de son action située. Ces processus de développement, les *genèses instrumentales,* reposent, pour un individu donné, sur l'appropriation et la transformation de l'artefact, pour résoudre un problème donné, à travers une variété de contextes d'usage. À travers cette variété de contextes se constituent des *schèmes* d'utilisation de l'artefact. Un schème (Vergnaud 1996) est une organisation invariante de l'activité, qui comporte notamment des règles d'action, et est structurée par des *invariants opératoires* qui se forgent au cours de cette activité, dans différents contextes rencontrés pour la même classe de situations. On peut alors proposer une définition synthétique : *instrument = artefact + schème*. Cette approche distingue aussi, au cœur des genèses instrumentales, deux processus imbriqués, les processus *d'instrumentation* (constitution des schèmes d'utilisation des artefacts) et les processus *d'instrumentalisation* (par lesquels le sujet met à sa main les artefacts) ; c'est la dialectique profonde instrumentation/instrumentalisation qui est au cœur des genèses instrumentales.

Cette approche instrumentale a déjà été évoquée pour aborder le problème de l'utilisation des livres scolaires (Bruillard 2007) ; des questions de conception et de transmission de ressources pour l'ensei-

gnement (Cobb, Zhao, & Visnovska 2008) ont été étudiées dans une perspective théorique similaire (Wertsch 1998). Nous voulons aller plus loin, en montrant que les concepts de genèse, d'instrumentation et d'instrumentalisation sont pertinents, plus généralement, pour fonder une approche de la documentation en didactique :

- la position d'un professeur, exploitant un ensemble de ressources, les sélectionnant, les adaptant, pour résoudre un problème d'enseignement (Ball & Cohen 1996), nous semble être du même ordre que la position d'un utilisateur, disposant d'artefacts pour résoudre un problème donné ;

- la distinction entre ressources (ce qui est disponible) et document (construit par le professeur, porteur d'une intention didactique) nous semble compatible avec la distinction en cours dans le domaine de l'ingénierie documentaire : « *Le cadre conceptuel et technologique que nous explorons est celui de l'ingénierie documentaire qui, en replaçant les propriétés calculatoires du numérique au centre du débat, distingue ressource documentaire calculable comme moyen et document calculé comme finalité.* » (Crozat 2007, p. 256) ;

- on retrouve cette notion de document lié à un projet, engendré à partir d'une grande variété d'objets, dans les travaux du Réseau Thématique Pluridisciplinaire (Pédauque 2006) qui a travaillé précisément cette question : *« L'affaire du document n'est ni sa matière, ni sa forme, mais son usage. De même qu'un monument ne se définit pas comme une architecture et qu'un crucifix n'est pas qu'une statue, le document n'est ni un texte, ni une image, ni l'image d'un texte. De même que nous avons appris que tout objet pouvait, selon le regard qu'on porte sur lui, devenir ou non objet de contemplation esthétique, de même que n'importe quel objet peut, selon la valeur qu'on lui apporte, devenir un objet patrimonial, tout peut devenir document. Un document n'est pas n'importe quoi, mais n'importe quoi peut le devenir, dès lors qu'il apporte une information, établit une preuve, bref, dès qu'il fait autorité » (p. 12).*

Nous proposons donc l'approche suivante, qui nous semble à même de prendre en compte la variété de ressources susceptibles d'intervenir dans le travail du professeur : nous considérons que le professeur, dans son travail documentaire, dispose d'un ensemble de *ressources* de diverse nature qui vont donner naissance, pour une classe de situations donnée, au cours d'une *genèse documentaire*, à un *document* (figure 1).

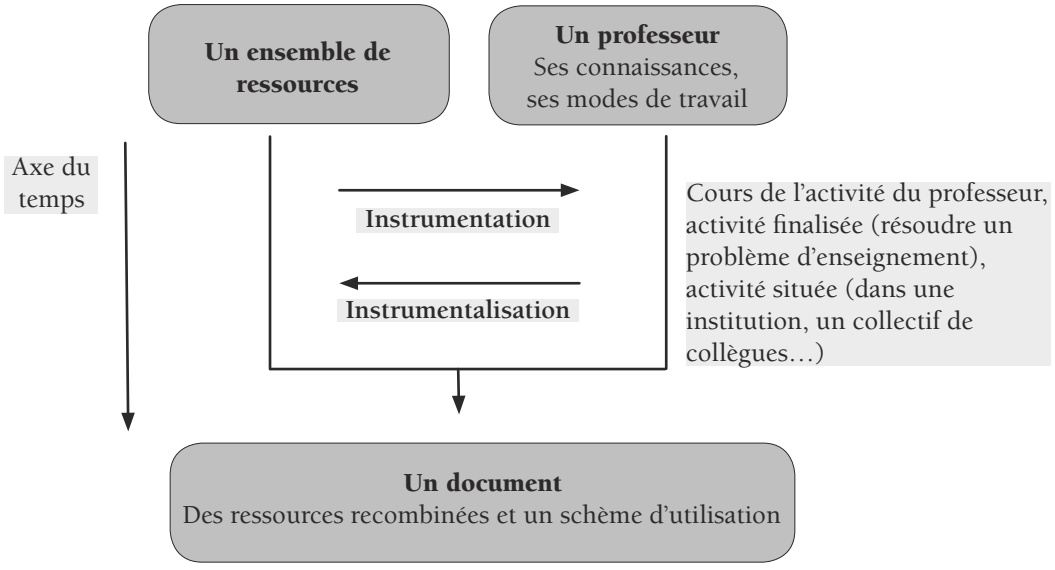


Figure 1. Représentation schématique de la genèse d'un document

Le travail documentaire du professeur est le moteur d'une genèse documentaire, qui développe conjointement une nouvelle ressource (composée d'un ensemble de ressources sélectionnées, modifiées, recombinées) et un schème d'utilisation de cette ressource.

Nous pouvons, pour le moment, représenter, de manière très simplifiée, ce processus par l'équation :

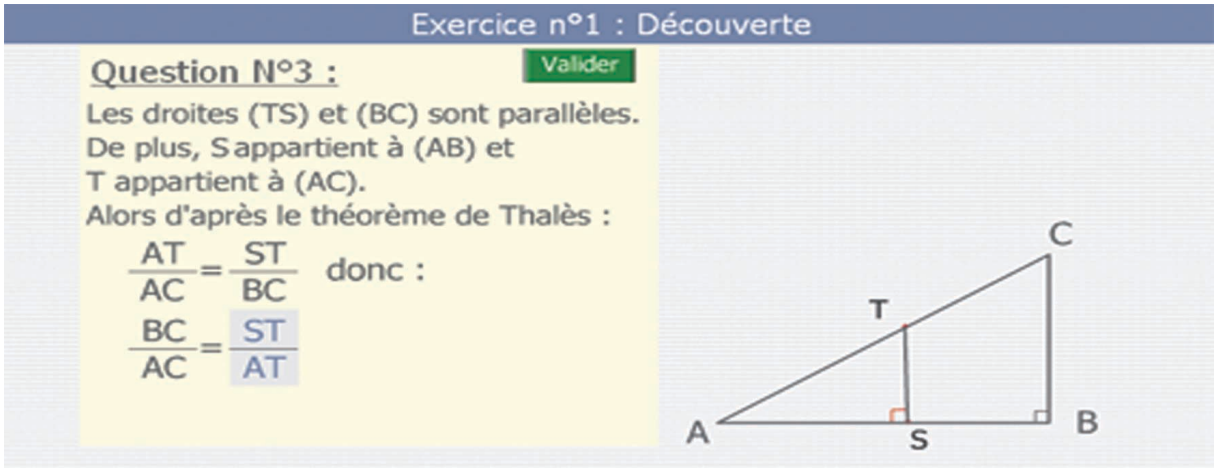
Document = Ressources + Schème d'utilisation.

2.2 Illustration de l'approche et exemple de schème

Élucider les schèmes professionnels des enseignants est une tâche complexe pour le chercheur, mais susceptible d'éclairer significativement les pratiques, comme le montre par exemple Goigoux (2007), dans son étude des professeurs des écoles enseignant la lecture. Le repérage des invariants opératoires qui structurent l'activité nous semble une clef de compréhension essentielle du travail enseignant, en particulier pour une étude du travail documentaire. Nous allons en donner un premier exemple, issu de notre travail sur les usages du logiciel MEP (d'autres exemples détaillés sont donnés dans Gueudet et Trouche, in press).

Carmen enseigne en collège depuis 30 ans. Elle emploie régulièrement, avec ses élèves, des logiciels de géométrie dynamique, ainsi que MEP. Pour introduire le sinus en classe de 3e (9e grade), elle a décidé d'utiliser (durant l'année scolaire 2006-2007) un exercice MEP intitulé « découverte de sinus » [4]. Cet exercice sera présenté aux élèves à l'aide d'un vidéo projecteur et résolu oralement en classe entière. Carmen a préparé une fiche-papier que les élèves devront remplir au fur et à mesure de la résolution orale de l'exercice. Nous avons interrogé Carmen avant et après la séance concernée, qui a été observée et filmée. Nous disposons également, pour notre étude, des supports que Carmen avait utilisés, l'année précédente, pour l'introduction du sinus, qui avait été faite en utilisant un logiciel de géométrie dynamique (Géoplan ; en 2006 l'exercice MEP n'existait pas encore). Nous donnons (figure 2) un exemple d'écran MEP qui a été projeté pendant la séance observée, ainsi qu'un extrait de la fiche papier que les élèves devaient remplir (l'exercice MEP concerné comporte 10 questions ; l'extrait de fiche que nous présentons ici était prévu pour être rempli au cours des questions de 1 à 5).

Exemple d'un écran MEP projeté

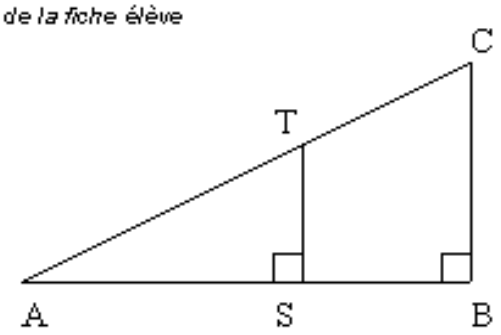


Extrait de la fiche élève

Les droites (TS) et (BC) sont parallèles.
De plus, S ∈ (AB) et T ∈ (AC).
Alors, d'après le théorème de Thalès,

$$\frac{AT}{\dots} = \frac{ST}{\dots}$$

donc $\frac{ST}{AT} = \frac{\dots}{\dots}$



Remarques :
- Si on déplace le point T sur [AC] ……
- Si on change la valeur de l'angle……

Ce rapport de longueurs caractérise l'angle ; on l'appelle son sinus.

Figure 2. Introduction du sinus en classe de 3e, extrait d'emploi de MEP et d'une fiche-élève.

La classe de situations qui est en jeu ici est relative au problème d'enseignement « Introduire sinus en 3e ». Donnons brièvement quelques éclaircissements mathématiques sur ce problème d'enseignement. Au collège, sinus, cosinus et tangente sont présentés comme des rapports de longueurs dans un triangle rectangle. Le vocabulaire attaché au triangle rectangle : hypoténuse, côté opposé, côté adjacent, ainsi que le cosinus, sont présentés en classe de 4e (8e grade). En classe de 3e, on introduit le sinus d'un angle comme le rapport : (côté opposé à l'angle)/(hypoténuse). Pour justifier qu'il est légitime de parler du sinus d'un angle, il s'agit donc de justifier que ce rapport est constant pour un angle donné (et donc, en particulier, qu'il ne dépend pas des longueurs des côtés). C'est la démonstration de ce résultat qui apparaît dans l'extrait présenté (figure 2). Beaucoup de détails pourraient être pointés dans cet extrait : sur la fiche élève, on remarque que l'angle en jeu (ici l'angle au sommet A commun aux triangles ATS et ACB) n'est pas nommé ; la conclusion est formulée comme « ce rapport de longueurs caractérise l'angle », ce qui signifie mathématiquement que, si on connaît le rapport, on peut retrouver l'angle (ce qui n'est pas le résultat mathématique que Carmen souhaite introduire à ce stade).

Cependant, nous nous attachons ici aux traces d'un travail documentaire effectué dans la durée, traces que nous identifions, en particulier, en nous appuyant sur les traits communs à la séance MEP et à la séance Géoplan faite, sur le même thème, l'année précédente. Différentes règles d'action apparaissent ainsi :

- certaines sont relatives à l'organisation didactique retenue : le texte d'un exercice (visant l'introduction de la nouvelle notion) est projeté pour la classe entière avec un vidéo projecteur. L'enseignante pilote l'ordinateur ; les élèves doivent répondre oralement à une suite de questions et, simultanément, remplir les espaces laissés libres sur une fiche papier ;

- d'autres sont liées au contenu mathématique en jeu : la démonstration fait appel au théorème de Thalès (vu lors du précédent chapitre de géométrie).

De plus, une manipulation d'une figure animée (figure Géoplan, en 2006 ; figure MEP, en 2007), comportant les deux triangles rectangles et la valeur du rapport de longueurs, montre que celui-ci ne varie pas lorsque l'angle reste constant et qu'il est modifié lorsque l'angle varie. Soulignons que cette manipulation intervient après la démonstration.

Nous avons interrogé l'enseignante sur ses choix et, en particulier, sur le rôle spécifique de la figure animée. En effet, mathématiquement, la démonstration, appuyée sur le théorème de Thalès, suffit à prouver que le rapport reste constant lorsque l'angle est constant. Cependant, l'enseignante juge important de compléter la démonstration par l'observation visuelle permise par la figure animée ; cette observation, selon elle, permet aux élèves d'une part de bien comprendre la situation, et, d'autre part, d'être convaincus de l'invariance du rapport. Ceci nous conduit à inférer que différents invariants opératoires sous-tendent ce choix : « L'établissement d'un résultat en géométrie doit être, si possible, accompagné d'une figure représentant la situation » ; « l'outil déplacement, dans un logiciel de géométrie dynamique, permet aux élèves d'observer des propriétés qui restent vraies pour différents exemples de figures ayant certaines caractéristiques communes » ; « constater qu'un résultat est vrai pour plusieurs figures différentes apporte aux élèves un élément de conviction qui complète utilement une démonstration reposant sur un exemple générique ». Ces invariants opératoires ont été forgés par Carmen au fil de son enseignement de géométrie et du recours à différents ensembles de ressources, comportant notamment un logiciel de géométrie dynamique. Ils intègrent, en particulier, des éléments issus de l'observation que Carmen a pu faire de ses élèves, année après année. Ils contribuent à déterminer une organisation invariante de l'activité de Carmen, dans différents contextes pour la même classe de situations.

2.3 Systèmes documentaires et intrication des genèses

Une fois établie cette distinction fondamentale entre ressource et document, nous poursuivons l'exposé du cadre que nous proposons en empruntant à nouveau à l'approche instrumentale. Rabardel (1999) ne considère pas, pour un sujet donné, des instruments isolés, mais des systèmes d'instruments, qu'il définit ainsi : *« l'ensemble organisé des moyens disponibles pour l'activité du sujet en fonction des tâches et des contextes »* (p. 212). De même, les observations que nous avons réalisées nous montrent qu'un document ne vit pas isolé et nous conduisent à introduire la notion de *système documentaire*. Les documents des professeurs que nous avons rencontrés sont organisés et articulés entre eux. Comment analyser la structure d'un tel système ?

Considérons un exemple issu de nos interviews (figure 3)

Marie-Pierre, qui a 40 ans, exerce depuis 8 ans en collège. Son collège participe à une expérimentation de cartable numérique ; élèves et professeurs sont munis d'ordinateurs portables et de clefs USB depuis 2003. Marie-Pierre dispose dans sa salle, depuis 2004, d'un Tableau Blanc Interactif (noté TBI par la suite). Elle utilise couramment des logiciels de géométrie dynamique, des tableurs, MEP et d'autres ressources proposées par le site Sésamath (http – Sésamath) ou d'autres sites Web. Elle a obtenu de l'éditeur Hachette une version électronique du manuel de sa classe de 6e pour elle-même et ses élèves. Elle emploie le TBI à tous ses cours, et conserve tous ses « paperboard » (fichier numérique formé d'une succession d'images reprenant les affichages du tableau que le professeur a enregistrés). Elle peut ainsi rappeler, au début d'une séance, ce qui a été noté par elle-même ou par ses élèves lors de la, ou des, séance(s) précédente(s). L'écran de TBI ci-dessous correspond à l'introduction des équations en classe de 5e, à partir du calcul de l'aire d'un triangle.

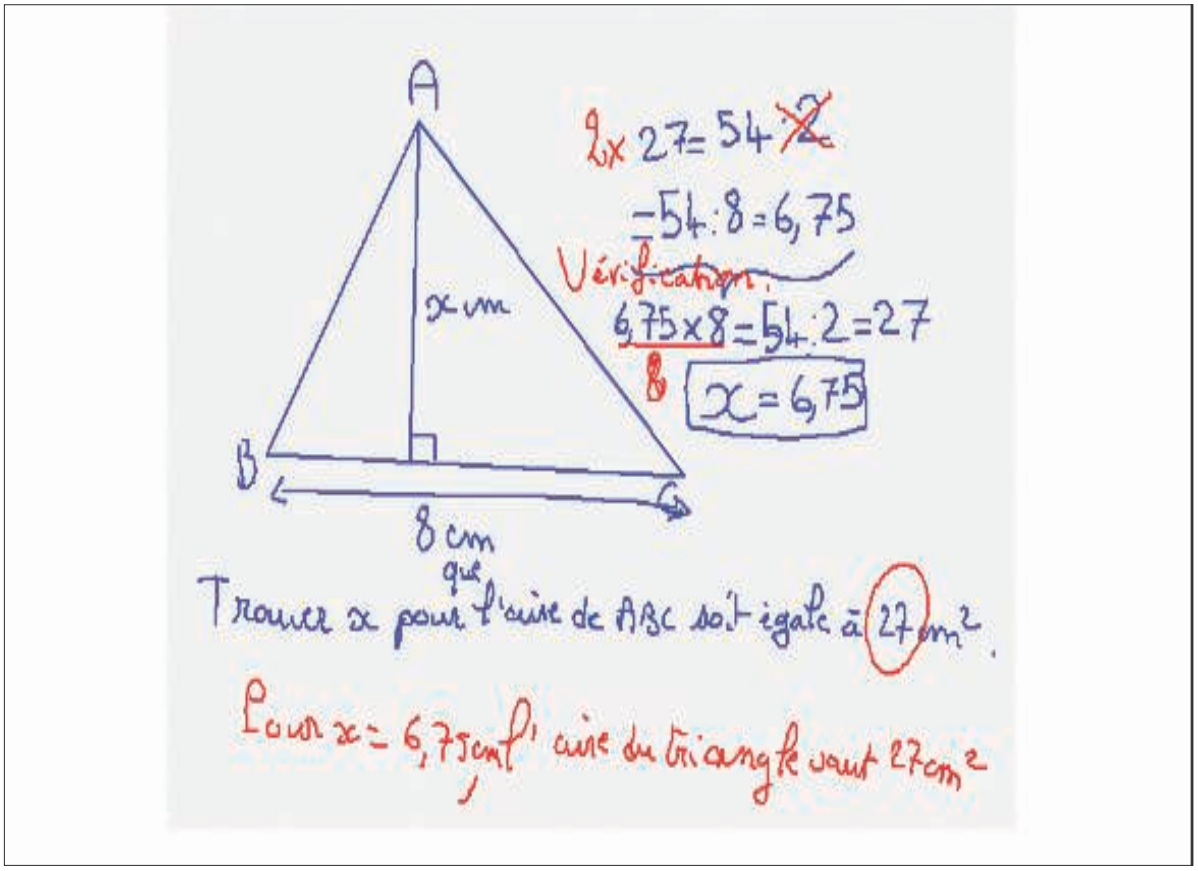


Figure 3. Exemple de l'emploi du tableau blanc interactif pour l'introduction des équations en classe de 5e (7e grade).

En observant l'organisation des fichiers de Marie-Pierre sur son ordinateur portable, on constate qu'ils sont d'abord structurés par niveaux : 6e, 5e, 4e, 3e. Pour chaque niveau, un premier dossier comporte des fichiers relatifs à la progression sur l'année, un second dossier comporte les textes des devoirs.

Les autres dossiers correspondent à des thèmes mathématiques : on y trouve des cours et exercices préparés sur traitement de texte et les « paperboards » des séances qui ont déjà eu lieu. Cette organisation matérielle est le signe d'une organisation des documents et d'articulations qui, au-delà de l'aspect maté-

riel, engagent l'ensemble des documents impliqués. Ainsi, le choix d'une progression sur l'année conditionne le travail de préparation de cours ; mais les documents, en particulier les invariants opératoires développés au fil des années lors de ce travail de préparation interviennent dans le choix de progression. Les documents, développés à l'occasion de la préparation de cours sur des sujets mathématiques liés, s'articulent eux aussi. Les traces de production d'élèves recueillies dans un paperboard, lors d'une séance donnée, constituent une ressource pour la préparation d'autres cours, mais elles peuvent aussi contribuer au développement d'invariants opératoires susceptibles d'intervenir dans les documents impliqués dans ces cours.

Les articulations qui apparaissent au niveau matériel sont certainement liées à la structure des activités professionnelles du professeur : Rabardel et Bourmaud (2005) mettent ainsi en relation la structure des systèmes d'instruments avec celle de l'activité professionnelle des sujets. Les situations d'activité professionnelles sont d'abord regroupées en *classes de situations*, qui vont donner matière au développement d'un même schème. Rabardel et Bourmaud proposent de regrouper ensuite ces classes de situations en *familles d'activités*, qui correspondent à un même type de finalité générale de l'action. Nous avons proposé des pistes pour une telle description, pour le travail de l'enseignant, dans Gueudet et Trouche (à paraître). Il nous semble d'ailleurs plus éclairant, pour comprendre la structure du système documentaire, de considérer en priorité les classes de situations. En effet, l'étude des schèmes développés pour ces classes de situations conduit à expliciter des invariants opératoires, dont certains ont une portée qui dépasse la classe de situations concernée. Dans l'exemple de Carmen étudié ci-dessus, l'invariant opératoire qui exprime l'utilité de compléter une démonstration de géométrie par la vérification de la validité du résultat sur plusieurs figures différentes dépasse la classe de situations relative au problème d'enseignement : « introduction du sinus en 3e ». Cet invariant est certainement un constituant de plusieurs documents de Carmen, pour l'enseignement de la géométrie dans plusieurs classes.

À propos des systèmes documentaires et de leur structure, nous voulons souligner un dernier point fondamental : ces systèmes ne sont pas figés, ils évoluent en permanence dans le temps, dans une dynamique dont les genèses documentaires constituent le moteur. Ces genèses sont toujours à comprendre comme des processus en cours : un document est développé à partir d'un ensemble de ressources, à travers une variété de contextes d'usage, pour une même classe de situations. Ce document va à son tour donner matière à de nouvelles ressources : par exemple, un document-devoir pour les élèves donne naissance à des copies d'élèves. Ces ressources pourront ensuite être impliquées dans le développement de nouveaux documents : le système documentaire témoigne de l'intrication de ces différentes genèses. Ces phénomènes sont une manifestation de la *conception dans l'usage* (Rabardel 2005, Goigoux 2007) : les ressources sont modifiées, recombinées au fil de leur utilisation, les processus de conception se poursuivent dans l'usage. Ceci invite à accorder une attention spécifique à la dimension temporelle, et donc à étudier conjointement les évolutions du système documentaire et le développement professionnel du professeur.

2.4 Activité productive, activité constructive et développement professionnel

Toute genèse documentaire, pour un professeur, est porteuse de développement professionnel (§ 1.1). Revenons sur le cas de Marie-Pierre. Quatre ans avant l'interview, elle ne disposait pas d'un TBI dans sa classe. Elle ne pouvait donc pas avoir recours, durant une séance, à des écrits réalisés par elle-même ou par ses élèves au tableau lors d'une séance passée. C'est la possibilité offerte par le TBI de disposer d'un enregistrement des productions des élèves (non seulement mémorisées, mais facilement accessibles) qui a amené Marie-Pierre à modifier sa pratique. Selon elle, ses élèves apprécient cette valorisation de leurs réponses ; elle observe même qu'ils s'engagent plus facilement dans la recherche de méthodes personnelles, qui leur permettront d'aller écrire leurs propositions au tableau, depuis qu'elle emploie ainsi le TBI. Dans le cas de Marie-Pierre, le TBI a été impliqué avec d'autres ressources (son ordinateur portable, ceux des élèves, le manuel numérique, les fichiers de cours…), dans des genèses documentaires. Ces processus ont conduit à une modification des idées de Marie-Pierre sur la manière dont ses élèves peuvent *participer à son enseignement* (Assude & Mercier 2007). Il s'agit

donc bien ici de développement professionnel et d'une pratique re-sourcée, au sens de Adler (§ 1.1).

Dans le champ de l'ergonomie cognitive, la dialectique du *productif et du constructif* (Rabardel 2005) permet de prendre en compte ces phénomènes et contribue à démêler leur complexité : une activité est finalisée, elle a un objectif de production (réalisation d'une tâche donnée). Dans cette activité, le sujet se construit aussi lui-même et modifie donc les conditions de productions ultérieures, nous pouvons l'observer dans le cas de Marie-Pierre. La référence que nous faisons à cette dialectique du productif et du constructif ne signifie pas que nous considérons simplement le travail documentaire comme susceptible d'engendrer un développement professionnel. La perspective que nous proposons représente un véritable changement de point de vue. Il ne s'agit plus de considérer le travail documentaire comme une nécessité, dirigée vers l'objectif du travail en classe. Nous considérons à l'inverse que le travail documentaire est au cœur de l'activité professionnelle des enseignants ; il s'effectue hors classe comme en classe, le travail en classe est donc regardé comme un temps de l'enrichissement documentaire. Dans cette perspective, les genèses documentaires constituent l'essence même du développement professionnel.

Ainsi, l'analyse des évolutions du système documentaire est à même de fonder l'analyse du développement professionnel du professeur. Cette analyse peut avoir de multiples facettes. Elle permet l'étude des questions d'intégration de nouvelles ressources, que nous interprétons comme la possibilité d'insertion par un professeur d'une ressource nouvelle dans un ensemble qui donnera lieu au développement d'un document. Ce document devra pouvoir prendre place dans le système documentaire du professeur, en articulation avec d'autres documents précédemment développés. Dans le cas de Marie-Pierre, l'intégration du TBI a été possible parce que ses cours étaient déjà préparés sur traitement de texte ; elle a conduit Marie-Pierre à demander, à l'éditeur du manuel de ses classes de 6e, une version numérique de ce manuel et à adopter pour sa classe de 5e le manuel Sésamath, disponible d'emblée sous forme numérique. Mais, comme nous l'avons déjà indiqué (§ 2.3), les articulations entre documents dans le système documentaire ne relèvent pas simplement d'aspects matériels, elles reposent également sur les invariants opératoires qui peuvent être communs à plusieurs documents. Naturellement, l'étude conjointe du développement professionnel du professeur et des évolutions du système documentaire passe par une analyse des schèmes développés par le professeur, permettant d'inférer les invariants opératoires structurant ces schèmes.

Cette démarche et l'étude du développement professionnel du professeur proposée dans le cadre de la théorie des situations didactiques (Brousseau 1998) nous semblent à même de s'éclairer mutuellement. Soulignons cependant que le sens du mot *situation*, dans l'expression « classe de situations » à laquelle nous nous sommes référés, est tout à fait différent de celui que retient la théorie des situations didactiques, pour laquelle la situation du professeur est *l'environnement* de celui-ci (Salin 2002). Dans ce cadre, on introduit le concept de *milieu*, qui désigne tout ce qui agit sur un sujet, et ce sur quoi un sujet agit ; le professeur, comme tout sujet, modifie ses connaissances au fil de ses interactions avec un tel milieu (Margolinas 2002). Ceci invite à un rapprochement entre *ressources* et *éléments du milieu* du professeur : les ressources du professeur fournissent un milieu pour son action, aussi bien lorsqu'il prépare la classe (lorsqu'il construit le jeu qu'il va faire jouer aux élèves), que lorsqu'il met en œuvre ce jeu (jeu qu'il doit jouer lui-même en prenant en compte l'ensemble de ses acteurs). Autre aspect mis en lumière par la confrontation des deux approches, l'étude du milieu du professeur a conduit les chercheurs à donner à celui-ci une « épaisseur », traduisant l'épaisseur de l'activité du professeur. Nous n'entrerons pas ici dans toute la complexité de ces questions de structuration du milieu ; nous soulignons simplement le fait que cette structuration vise notamment à prendre en compte l'activité du professeur dans la classe, mais aussi hors de la classe, et les articulations entre ces deux dimensions de l'activité, articulations qui sont aussi centrales dans l'approche documentaire. De plus, les deux approches proposent une analyse cognitive du professeur. Nous abordons cette analyse en termes de *schèmes professionnels*, tandis que la théorie des situations parle de *connaissances du professeur*. Les invariants opératoires dont nous avons donné des exemples seraient ainsi désignés par la théorie des situations comme des connaissances de différents niveaux : ce point est à approfondir, il nous semble notamment susceptible d'éclairer la struc-

ture du système documentaire. De même, mettre en regard la prise en compte de la dimension temporelle dans les deux approches nécessite un approfondissement, source potentielle d'un enrichissement des deux cadres.

Dans l'étude qu'elle propose des connaissances des professeurs, au sein de cette même théorie des situations, Coulange (2001) montre la nécessité de tenir compte aussi des contraintes institutionnelles auxquelles sont soumis ceux-ci. C'est ce que nous avons aussi fait dans notre travail. Par exemple, dans le cas de Carmen (§ 2.2), des conditions et contraintes institutionnelles de différents niveaux (Chevallard 2002) interviennent dans les choix qu'elle effectue pour l'introduction du sinus :

- le choix de faire une animation avec un logiciel de géométrie dynamique correspond à une incitation institutionnelle générale en géométrie au collège ;

- le recours possible au vocabulaire « hypoténuse, côté opposé, côté adjacent » et au théorème de Thalès correspond à l'organisation mathématique prévue par les programmes pour la trigonométrie en 4e et 3e ;

- la position choisie pour le triangle rectangle sur la figure, avec côtés opposé et adjacent parallèles aux bords de la feuille, est celle que l'on trouve dans la plupart des manuels scolaires pour l'introduction du sinus.

Cette prise en compte va naturellement bien au-delà de la simple considération du rôle joué par les ressources produites par l'institution scolaire, comme en particulier les textes des programmes. Elle conduit à regarder le professeur comme *sujet* de diverses institutions, et donc évoluant dans un système de conditions et de contraintes institutionnelles (Chevallard 2002), susceptible de jouer, en particulier, sur le développement des invariants opératoires. Ainsi, nous considérons que la notion d'institution doit être questionnée, pour en préciser les contours, identifier les ressorts et les conditionnements sont elle est porteuse et leurs conséquences pour le travail documentaire des professeurs. Il s'agit d'une première dimension de prise en compte du collectif dans l'étude de ce travail documentaire. Mais nous nous attachons à décrire aussi ce qui peut se passer dans un petit collectif de professeurs habitués à travailler ensemble ; cette notion d'institution n'est peut-être pas alors celle qui est la plus appropriée. Nous allons donc, dans la partie suivante, approfondir l'étude des aspects collectifs en commençant par poser la question des cadres théoriques propres à les décrire, en particulier dans la perspective documentaire que nous avons adoptée.

3. Documentation individuelle, documentation communautaire

Analyser un fait suppose de le comprendre comme un *fait social total* (Mauss 1950), cela vaut en particulier pour le travail documentaire. Même si l'on relève souvent le caractère individuel du travail du professeur, celui-ci n'est en réalité pas isolé : il construit sa documentation pour lui-même, mais aussi pour ses élèves, il la construit dans un faisceau d'assujettissements institutionnels (les programmes, les parents, la société) ; il rencontre d'autres professeurs à des occasions contraintes (conseils d'enseignement, conseils de classe…) ou choisies (associations, réseaux…). Ceci permet d'éclairer la définition que Pédauque (2006, p. 13), dans un cadre général, propose pour un document : *un contrat entre les hommes*.

3.1 L'émergence de nouveaux aspects collectifs

Lors des entretiens que nous avons organisés (§ 1.2), les professeurs ont souvent relevé l'importance de l'apport d'autres collègues pour le développement de leur propre documentation (souvenirs de la formation initiale, d'une rencontre avec un collègue, d'une expérience marquante dans une équipe dynamique…). Tous signalent aussi le développement récent d'aspects collectifs plus importants, qu'ils relient à un faisceau de raisons :

- des évolutions curriculaires qui supposent le travail commun de professeurs de disciplines différentes (par exemple les « options sciences » au lycée, pour les professeurs de mathématiques, de physique et de biologie), qui nécessitent le travail commun de professeurs de disciplines différentes, ou qui nécessitent une re-documentation des professeurs (une épreuve pratique de mathématiques au baccalauréat, de nouveaux enseignements – la statistique par exemple – à assurer) ;

- de nouveaux lieux, réels (laboratoires de mathématiques) ou virtuels (Espaces Numériques de Travail, messagerie, sites Web), de nouveaux artefacts (clés USB) favorisant l'échange ou le partage de ressources ;

- de nouveaux dispositifs de travail dans la classe (tableaux blancs interactifs, réseaux de calculatrices) pouvant favoriser les échanges entre élèves et la *participation des élèves à l'enseignement* (Mercier 1998) donc à la documentation du professeur.

Ces aspects collectifs du travail documentaire sont reconnus par nos interlocuteurs comme étant intéressants, coûteux en temps, complexes à organiser. Ils ne mobilisent pas tous les enseignants de la même façon. Sonia déclare par exemple : *« on est 5 profs, on est 2 à bosser beaucoup ensemble, on fonctionne le soir, on s'envoie des choses direct par mel […]. Et il y a une collègue qui ne produit pas, mais qui utilise, et puis on a un nouveau collègue, une calamité, un type qui ne s'intéresse absolument pas, qui fait son boulot a minima, là il n'y a rien à faire »*. Un professeur peut mettre à disposition des ressources à destination de collègues, mais les processus de mutualisation, de coopération ou de collaboration ne sont pas immédiats. De plus, quand un professeur est investi dans un travail documentaire collectif, tous les aspects de ce travail ne sont pas également concernés. Ingrid, par exemple, qui échange beaucoup d'exercices avec les collègues de son lycée, estime que les cours sont une affaire personnelle : *« Pour un cours, par contre, je ne pense pas qu'il y ait de ressource idéale : chaque prof a sa propre sensibilité qu'il essaie de faire passer »*.

Cette question de sensibilité, qui conditionne le travail documentaire de l'enseignant, nous semble pouvoir être interprétée en termes de *monde*, au sens que lui donne Béguin (2005) : un monde est un découpage de la réalité, c'est une saisie, par le sujet, de certaines propriétés du réel, dans le cadre de son activité historiquement et socialement située. Cette notion nous semble à même de prendre en compte à la fois les *conditionnements* et les *ressorts* liés à une histoire personnelle et sociale. Le monde d'un sujet est donc un monde personnel ; il peut aussi, dans le cadre d'un métier, être un *monde commun*, notion que l'on peut mettre en relation avec la notion de *monde social,* qui représente, pour Strauss (1992), un collectif partageant une activité primaire, des sites abritant cette activité, et des technologies permettant d'accomplir cette activité.

Activité socialement située, activité sociale ou aspects sociaux de l'activité des sujets, la variabilité des expressions utilisées pour désigner l'activité des individus déployée dans des collectifs est un signe de la complexité de ce sujet d'étude. Il suppose souvent un jeu entre des concepts et des théories d'ordre psychologique ou sociologique.

3.2 Des concepts et des théories pour penser le collectif

L'étude du travail collectif met en jeu des questions culturelles, territoriales, sociales, historiques, professionnelles, des notions de communication, d'échange, de participation à une œuvre commune, de production d'objets et de symboles. La recherche en sciences humaines propose de nombreux cadres pour penser le collectif. Il ne s'agit pas ici d'en faire un inventaire, mais de distinguer plusieurs cadres qui nous semblent particulièrement pertinents et qui s'éclairent mutuellement :

- les *collectifs de pensée* (Fleck 1934). Selon Fleck, la pensée est une activité avant tout sociale. Il dégage les notions de *style de pensée* (état d'esprit particulier d'une communauté, et travail qui permet de donner corps à cet état d'esprit) et de *collectif de pensée* (communauté porteuse d'un style de pensée) et distingue des collectifs de pensée momentanés et des collectifs stables, en particulier autour de groupes sociaux organisés ;

- les *univers de pratique* (Bourdieu 1980). Ils reposent sur la notion d'*habitus*, définis comme des *« systèmes socialement constitués de dispositions structurées et structurantes qui sont acquis par la pratique et constamment orientés vers les fonctions pratiques […], systèmes durables et transposables de schèmes de perception, d'appréciation et d'action »* (Bourdieu 1992, p. 102). Cette notion a été reprise par Balacheff (1987), sous le nom de *sphère de pratique*, pour décrire un ensemble de situations dans lesquelles les élèves mettent en œuvre des pratiques réglées par des habitudes ;

- la *théorie de l'activité* (Engeström 1999). Se situant dans le prolongement de travaux de psychologues soviétiques (Leontiev, Vygotski), cette théorie situe l'activité, les apprentissages et la conscience dans une matrice sociale composée d'individus et d'arte-

facts, gorgés de culture. Dans cette approche, l'étude des interactions est essentielle. Cette théorie est une des sources de l'approche instrumentale (§ 2.1) ;

- une théorisation des *institutions* (Douglas 1999). Une institution, selon Douglas, est un *groupement social légitimé* : ce qui n'est pas une institution est un simple regroupement temporaire pour raisons pratiques. Une institution a une dimension sociale, mais également une dimension cognitive. Elle conditionne, pour partie, la pensée de ses membres, en créant des classifications, en décidant ce qui est semblable et ce qui est différent. Ceci ne nie pas l'existence de l'individu, en particulier parce que les individus contribuent au développement des institutions et donc de la pensée associée. Les institutions que nous avons déjà évoquées (§ 2.4) relèvent bien de cette définition : Chevallard (2003) se réfère d'ailleurs aux travaux de Douglas ;

- les *communautés de pratique* (Wenger 1998). Les communautés de pratique (CoP) sont des regroupements *naturels*, souvent professionnels ; ils peuvent être *informels*, ou *cultivés*, c'est-à-dire développés consciemment (Wenger, McDermott, & Snyder 2002), mais correspondent toujours à un *engagement partagé* de tous leurs membres, qui *collaborent* à un projet commun. Les CoP sont donc certainement des collectifs de pensée (au sens de Fleck) et des institutions (au sens de Douglas). Cet engagement partagé et cette *participation* active à une entreprise collective s'accompagnent de la production d'objets (qui *réifient* des éléments de pratique) et du développement d'un *répertoire* partagé (qui intègre les résultats de ce processus de réification). Dans une CoP, participation et réification sont deux mouvements fondamentaux et indissociables.

3.3 Le choix raisonné du cadre des communautés de pratique

La confrontation de différents cadres théoriques n'est pas chose aisée. Les cadres qui parlent d'échange ne communiquent pas forcément bien ensemble :

- les problèmes de traduction constituent déjà une difficulté sérieuse : Douglas (1999) souligne ainsi les hésitations des traducteurs aux prises avec l'expression *Denkcollectiv* de Fleck et déclare que, selon elle, la meilleure traduction serait, non pas *collectif de pensée*, mais *thought world*, c'est-à-dire *monde de pensée*. De même, Engeström (1999) souligne l'inexistence d'un mot anglais permettant de traduire *Tätigkeit*, qui signifie en allemand *activité*, mais intégrant dans cette langue une dimension *d'historicité* que l'on perd dans la traduction anglaise (ou française) ;

- les cadres n'ont pas les mêmes objets : *les univers de pratique* de Bourdieu sont bien adaptés à l'étude d'ensembles professionnels ou sociaux stables, moins aux collectifs émergeants aux frontières floues ; les *collectifs de pensée* de Fleck décrivent bien le développement de communautés de recherche scientifique.

Nous retenons, dans notre travail, le cadre des communautés de pratique parce qu'il nous paraît convenir au type de groupe que nous étudions, mais aussi et surtout parce que la dialectique participation/réification nous semble particulièrement pertinente pour l'étude du travail documentaire. En effet, elle permet de traduire le jeu dual entre l'engagement dans une communauté et la production de ressources. La possibilité d'appropriation de ressources est un élément essentiel pour la participation, et cette participation engendre de nouvelles ressources. Cette dialectique peut d'ailleurs être mise en relation avec la co-détermination, pour Fleck, entre collectifs de pensée et style de pensée, même s'il s'agit dans ce cas d'un point de vue plus cognitif. Douglas évoque aussi la *pensée* des institutions, mais il nous semble que l'on ne retrouve pas la même dialectique entre institutions et pensée des institutions qu'entre collectifs de pensée et style de pensée : il apparaît en effet clairement que les institutions déterminent pour partie le mode de pensée de leurs membres, mais il apparaît moins que leurs membres contribuent à constituer le mode de pensée de ces institutions.

Il est, sans doute, un peu naïf de dire que nous avons *choisi* le cadre des communautés de pratique : ce cadre théorique, que l'on retrouve souvent dans des études récentes sur des groupes professionnels, est aussi, d'une certaine façon, le produit de ces études, comme réponse à un besoin de concepts et d'approches théoriques permettant l'analyse de nouveaux phénomènes. Mais le choix d'un cadre théorique est aussi une mise à l'épreuve de ce cadre. Dans notre travail, nous avons ainsi été, en particulier, conduits à questionner la définition par Wenger

du concept de *réification* : en effet, ce concept était présent dans différents travaux antérieurs à ceux de Wenger. Honneth (2005) situe son introduction au début du XX^e siècle par Lukács, dans une tradition marxiste où il signifie, dans la logique capitaliste, la transformation des hommes et de leurs relations en choses. Honneth replace ce concept dans un processus complexe, en introduisant le concept de *reconnaissance* : attitude engagée qui permet, en endossant la perspective d'autrui, de s'approprier une connaissance. La reconnaissance précède la connaissance ; la réification est alors l'oubli de cette reconnaissance, c'est un processus de *désengagement*.

Il est donc certain que les deux acceptions du mot réification ne sont pas les mêmes pour Honneth et Wenger. Pour Wenger, le développement d'une communauté de pratique suppose un équilibre entre participation et réification, intimement liées au sein d'un processus de *négociation de sens* : c'est parce que les personnes participent à une communauté qu'elles peuvent construire des *choses* communes, négocier leur sens et leurs relations, et c'est parce que la réification est active, produit des mots, des symboles, des objets communs que des personnes peuvent participer à cette communauté. C'est ce double mouvement qui fait qu'une communauté de pratique est une communauté où l'on apprend de l'autre. L'engagement est fondamental dans la construction de connaissances, donc la théorie de Wenger ne contredit pas le fait que la reconnaissance précède la connaissance et le terme réification n'y a aucune connotation négative : les objets du répertoire de la communauté sont bien vivants, leur sens peut évoluer, ces objets eux-mêmes peuvent évoluer.

Nous nous situons, comme nous l'avons dit ci-dessus, dans ce cadre des communautés de pratique. Cependant nous aurons recours, en tant que de besoin, aux autres cadres : en particulier la notion d'institution est indispensable pour parler des institutions « officielles » (institution scolaire, établissement scolaire) qui conditionnent bien, pour partie, le travail documentaire, individuel ou collectif, des enseignants. Questionner *l'habitus* des professeurs de mathématiques pourrait certainement compléter l'étude que nous faisons ici de collectifs particuliers.

Nous commençons par mettre à l'épreuve la notion de communauté de pratique sur les collectifs que nous avons déjà évoqués :

- les utilisateurs de MEP (§ 1.2) ne constituent pas une CoP : ils partagent un intérêt pour la même base d'exercices (il serait intéressant, de ce point de vue, d'en suivre les effets sur le développement de leurs systèmes documentaires), mais cet intérêt partagé ne se prolonge pas par la construction, par chacun des utilisateurs de cette base, d'objets mis en commun. Par contre, les développeurs de MEP constituent bien une CoP : enseignants de collège investis bénévolement dans MEP, ils sont bien engagés dans une entreprise commune, travaillent à distance via une plate-forme, partagent un vocabulaire spécifique… Les processus de participation et de réification sont bien visibles dans ce collectif ;

- les 9 enseignants que nous avons rencontrés lors de nos entretiens (§ 1.2) nous ont décrit les relations nouées avec leurs collègues professeurs de mathématiques au sein du même établissement scolaire (donc de la même institution). De ces descriptions, nous pouvons émettre raisonnablement l'hypothèse qu'il n'y a qu'un établissement où presque l'intégralité de l'équipe des professeurs de mathématiques (cinq, parmi les six de l'établissement) constituent une CoP : ils se réunissent le mercredi pour rédiger ensemble des fiches d'aide au travail personnel des élèves (engagement commun, production commune d'objets partagés liés à cet engagement). Dans les autres établissements, comme celui de Sonia (§ 3.1), le seul engagement partagé est celui de mettre en œuvre le programme de mathématiques de l'institution, il ne se traduit pas par une pratique commune. On peut cependant parfois distinguer, à l'intérieur du groupe des professeurs de mathématiques de l'établissement, l'émergence d'une CoP (deux professeurs dans le cas de Sonia) ;

- le SFoDEM est un cas plus complexe, puisqu'il était constitué de plusieurs groupes, avec un projet explicite de développement de CoP. Nous l'étudierons plus loin (§ 4).

3.4 Répertoire et vivier de ressources pour une communauté de pratique d'enseignants

Le cadre théorique des communautés de pratique nous permet alors de préciser ce que nous appellerons le *travail documentaire communautaire*. Les éléments à prendre en compte sont nécessaire-

ment plus complexes que pour un individu : nous avions (§ 2.1) considéré le jeu entre un ensemble de ressources et un sujet, permettant, au cours d'une activité finalisée, le développement d'un document. Nous avions donné un sens très large à la notion de ressource, comme étant tout ce qui pouvait re-sourcer l'activité documentaire d'un enseignant. Il faut, sans doute, être plus précis dans le cas d'une communauté, en distinguant différents composants des genèses documentaires :

- nous proposons d'abord la notion de *vivier de ressources*, introduite dans le développement d'un projet européen (http - ARIADNE) pour désigner l'ensemble des ressources matérielles mises en partage par une communauté d'enseignants. Le terme vivier signifie bien le caractère évolutif de cet ensemble, à plusieurs sens : pour atteindre un objectif donné (réaliser un cours, ou un devoir commun, ou…), les membres de la communauté vont proposer des ressources personnelles qui vont (si elles sont reconnues pertinentes par la communauté) abonder le vivier commun ; les membres de la communauté vont puiser dans ce vivier, les ressources du vivier vont ainsi être travaillées, révisées ; enfin elles vont permettre le développement de documents qui donneront matière à d'autres ressources qui alimenteront et participeront à la recomposition du vivier ;

- nous parlerons de *répertoire de la communauté*, produit du processus de réification, pour désigner les ressources matérielles qu'elle met en commun (le vivier de ressources), mais aussi des mots, des gestes, des histoires, des symboles, des attitudes, tout ce que la communauté *reconnaît* comme faisant partie du patrimoine commun.

Le travail documentaire communautaire entraîne un jeu entre un répertoire et une communauté de pratique. De nouvelles ressources sont produites (qui re-sourcent le *vivier* de la communauté), des usages se développent (qui re-sourcent le *répertoire* de la communauté). La communauté fait évoluer le répertoire de ressources (ce que nous interprétons comme des processus d'instrumentalisation), le répertoire contribue à l'instrumentation du travail documentaire de la communauté. Ce jeu collectif de la communauté avec le répertoire de ressources suppose un engagement, une participation commune, « spontanés », suscités, ou entretenus. Enfin, dans ce modèle, la réification, ce concept « *qui permet de saisir un processus aussi bien qu'un résultat* » (Honneth 2005, p. 73), participe, pour une communauté, du travail documentaire même.

Il faut maintenant tester le caractère opératoire de cette élaboration théorique, qui pose de nombreuses questions : comment se combinent l'émergence d'une communauté de pratique enseignante et les genèses documentaires à l'œuvre dans cette communauté ? Peut-on parler d'invariants opératoires communautaires (cela rejoint le balancement que nous évoquions – § 3.1 – entre *activité sociale* et *aspects sociaux de l'activité*) ? Comment s'articulent les documents individuels et les documents communautaires ? Ce sont des questions complexes, que nous abordons à partir d'un cas d'étude.

4. Une étude de cas, le SFoDEM

4.1 Une illustration raisonnée

Le SFoDEM (Suivi de Formation à Distance pour les Enseignants de Mathématiques) a été conçu et mis en œuvre par l'IREM (Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) dans l'académie de Montpellier. Plusieurs raisons appuient le choix de ce dispositif pour une illustration de l'approche théorique que nous avons proposée :

- nous voulions un terrain qui nous permette de suivre conjointement le développement de genèses documentaires et le développement de CoP ; le SFoDEM avait précisément pour objectif la conception collaborative de ressources pédagogiques (que nous considérons ici comme un travail documentaire communautaire) pour l'intégration des TICE dans la classe et reposait sur l'hypothèse que cette conception supposait l'émergence de CoP, qu'il s'agissait donc de *cultiver* (§ 3.2) ;

- le développement des genèses documentaires, comme le développement des CoP, demande du temps ; nous disposons, avec le SFoDEM, d'un dispositif qui a vécu pendant 6 ans (2000-2006) ;

- nous voulions que nos observations portent sur un nombre suffisant d'enseignants, travaillant dans des conditions proches de leurs conditions ordinaires

de travail. Le SFoDEM est un dispositif qui a réuni une centaine d'enseignants chaque année, inscrits dans les conditions ordinaires d'un plan académique de formation ;

- nous voulions un terrain qui fournisse une certaine diversité de *contextes* de travail documentaire : le SFoDEM a constitué des groupes de formation sur une variété de thèmes mathématiques (numérique, algèbre, géométrie), d'environnements technologiques (logiciels, calculatrices, MEP) et de dispositifs de travail (salle informatique, vidéo projection, collaboration entre classes via Internet) ;

- nous voulions évidemment disposer de données sur le dispositif qui en permettent l'analyse ; le SFoDEM était un dispositif de recherche-développement, piloté par des enseignants-chercheurs. Il a régulièrement recueilli les points de vue des acteurs impliqués dans le dispositif (sous la forme de questionnaires appelés des baromètres), et des traces du processus de production de ressources : deux cédéroms, publiés à des moments cruciaux de la vie de ce dispositif, à la fin de la phase expérimentale (Guin, Joab, & Trouche 2003) et à la fin de la phase opérationnelle (Guin, Joab, & Trouche 2008), donnent accès à ces traces.

Le cadre du SFoDEM convient donc parfaitement à notre projet. On pourrait rétorquer que cette convenance est bien naturelle : historiquement, la genèse de notre approche théorique s'est faite à travers le pilotage et le suivi de plusieurs dispositifs dont le SFoDEM… Il s'agit donc, dans ce qui suit, d'une illustration de cette approche à travers un dispositif qui s'y prête particulièrement bien, non d'une mise à l'épreuve, en cours dans d'autres projets (§ 5.3).

4.2 Participation, réification et émergence de communautés

Le SFoDEM reposait sur plusieurs groupes de formation, coordonnés par une cellule rassemblant l'ensemble des formateurs et des pilotes (trois enseignants-chercheurs en didactique des mathématiques ou informatique). Les groupes de formation ont varié, quatre d'entre eux se sont maintenus pendant la plus grande partie de cette expérience : « numérique, algébrique et TICE » ; « vidéo projection de figures géométriques animées » ; « résolution collaborative de problèmes via Internet » ; « intégration de MEP ». Le travail a été organisé de façon continue, partiellement en présence (3 jours de réunion par an pour chaque thème), essentiellement à distance via une plate-forme. Le dispositif était ainsi principalement constitué par des collectifs emboîtés (figure 4) : quatre collectifs réunis autour de thèmes de formation et un collectif – la cellule de formation – rassemblant essentiellement les pilotes et les formateurs.

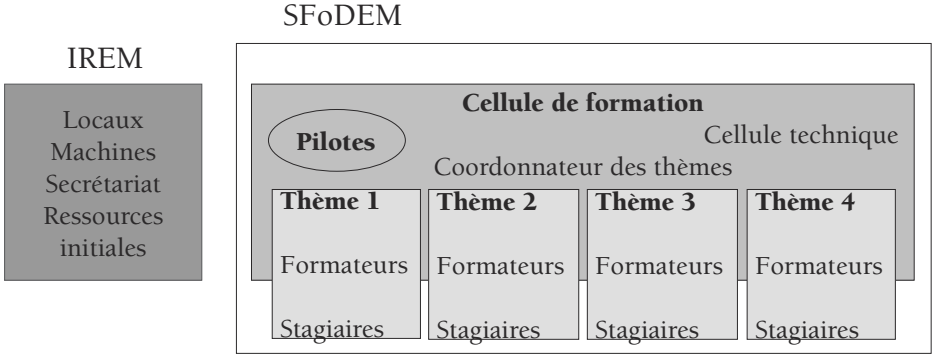


Figure 4. La structure du dispositif SFoDEM.

Chaque collectif correspond à une entreprise commune :

- dans chaque groupe thématique, stagiaires et formateurs ont en commun l'objectif de la formation (intégrer les TICE dans un contexte particulier : thème mathématique, environnement technologique) ;

- la cellule de formation a pour objectif de concevoir un nouveau dispositif de formation, en analysant

les attentes et les besoins des stagiaires, en confrontant les idées qui émergent de chaque groupe thématique.

On a pu, de 2000 à 2005, observer l'émergence de communautés de pratique et de pratiques documentaires communes, à travers l'avancée des processus conjoints de participation et de réification (§ 4.3 et 4.4). Cette émergence n'a pas été automatique, mais résulte de différents types de conditions :

- des conditions d'organisation matérielle du dispositif : l'existence de lieux de rencontre et d'échanges (réunions en présentiel, messagerie et forums), d'espaces de travail organisés (plate-forme à distance, avec des apports du travail documentaire antérieur de chaque membre du groupe) ;

- des conditions d'organisation humaine, liées au fait que sont en jeu des communautés cultivées : les processus de participation et de réification sont entretenus de l'intérieur par les formateurs et les enseignants les plus motivés, et appuyés de l'extérieur par des assistants (les pilotes) qui suivent l'évolution des différents groupes, font de la cellule, réunissant l'ensemble des formateurs, un lieu de réflexion sur les conditions les plus favorables au développement d'une pratique documentaire commune ;

- des conditions d'articulation entre le travail documentaire hors classe et en classe ; ce lien structure l'activité de chaque collectif. La formation ne se fait pas *in abstracto*, mais à partir des besoins de documentation des enseignants, pour leur travail en classe. Cela suppose la conception d'outils qui permettent de discuter de façon collective, *a priori*, de la mise en œuvre de situations appropriées à l'intégration des TICE dans la classe, et d'outils qui permettent de rendre compte, *a posteriori*, de cette mise en œuvre ;

- une condition psychologique essentielle, la *confiance* à l'intérieur de chaque groupe, que l'on pourrait traduire par la *reconnaissance* (§ 3.3), par chaque membre, des autres membres de la communauté comme partenaires possibles – et utiles – d'un travail documentaire commun. C'est une condition nécessaire pour proposer des ressources emblématiques de sa documentation, plus encore pour proposer des ressources dont on n'est pas sûr, plus encore pour rendre compte de ce qui se passe dans sa classe, donc de donner à voir des éléments de son propre *monde* (§ 3.1). Il est intéressant de réaliser, à travers l'histoire du SFoDEM, que cette confiance, nécessaire en germe dès la constitution des collectifs, semble vraiment s'établir en même temps que les engagements des différents acteurs se rapprochent les uns des autres (les formateurs par exemple jouant le jeu d'expérimenter eux aussi des ressources dans leurs classes et de remettre en chantier leurs propres ressources).

Sur la plate-forme à distance, se constitue un espace de travail de chaque groupe. On y observe l'apparition d'éléments constitutifs du développement d'une *pratique* documentaire commune. Certains de ces éléments apparaissent naturellement, dans le fil de l'expérimentation de ressources dans les classes (commentaires sur les ressources mutualisées) ou des réunions du collectif (journal de bord ou mémoire de travail du groupe). D'autres éléments répondent à une attente des stagiaires, que la discussion dans le groupe a permis d'expliciter, et à laquelle les pilotes ont proposé une forme de réponse : ainsi en est-il des *chartes*, permettant de passer de l'engagement global sur un projet de formation général à un engagement partagé sur des objectifs précisant la participation attendue de chacun des acteurs (par exemple : mettre dans le pot commun une ressource personnelle correspondant au thème de formation, mettre en œuvre dans sa classe une ressource proposée par un autre membre du groupe et faire un compte rendu de cette mise en œuvre, au profit de l'ensemble du groupe, répondre aux courriels dans un délai d'une semaine, etc.). Il s'agit bien d'éléments de réification de la participation de chacun à la pratique de la communauté émergente.

Le développement de ces espaces de travail témoigne de la vigueur des processus de participation et de réification, dont les relations dialectiques apparaissent bien : plus la participation est active, plus l'espace commun de travail évolue (de nouveaux objets apparaissent, de nouvelles versions se substituent à, ou enrichissent, des objets anciens – chartes, ressources pour la classe). Plus les espaces de travail sont riches en ressources, plus ils sont fréquentés par les membres des communautés correspondantes. La plate-forme à distance apparaît ainsi comme le principal support du *vivier de ressources* (§ 3.4) de chaque groupe.

4.3 De la mutualisation des ressources à la réification d'un modèle documentaire commun

Le travail documentaire, dans chaque groupe thématique, est passé par plusieurs phases : *transmission*, des formateurs vers les stagiaires, de ressources initiales issues de leur travail antérieur d'animateur de l'IREM ; *mutualisation* dans chaque groupe d'un ensemble de ressources, chaque participant mettant une ressource personnelle dans un pot commun, conformément aux chartes élaborées dans chaque groupe.

Une documentation communautaire ne se développe réellement qu'à partir d'une nouvelle organisation du collectif. Cette nouvelle organisation émerge dans l'un des groupes, elle « contamine » rapidement les autres groupes : elle consiste à mettre en place de petits *ateliers* (3 ou 4 enseignants) autour d'un projet précis répondant à un *besoin commun* (par exemple « à partir de quelle activité introduire le théorème de Pythagore ? »). La conception d'une ressource est alors initiée à partir de ce qui sera appelé *un germe de ressource* (par exemple une animation géométrique trouvée sur Internet). L'atelier s'organise autour de deux objectifs : construire, à partir de ce germe, une ressource exploitable en classe ; justifier les choix effectués, rendre compte de l'expérience commune aux autres membres du groupe de formation. Le travail se développe au cours de nombreuses interactions entre les membres de l'atelier et leurs classes (expérimentations partielles) d'une part, les membres de l'atelier et le groupe tout entier d'autre part. Ce ne sont pas seulement des textes qui sont co-élaborés, mais aussi des *usages* de ressources.

Le travail à distance et les exigences de la communication ont entraîné une explicitation de faits et gestes accompagnant la conception et la mise en œuvre de chaque ressource. Ainsi, dans le groupe dédié à l'intégration des logiciels de géométrie dynamique, le travail documentaire commun passe par plusieurs étapes successives : choix d'un problème mathématique, réflexion sur la contribution possible d'un logiciel de géométrie à l'exploitation de cette situation en classe, écriture d'une « fiche » à destination des élèves, conception *a priori* de *scénarios d'usage* (c'est-à-dire de propositions de mises en œuvre pour la classe : organisation du temps, organisation et rôle des différents acteurs, gestion des artefacts), mise en œuvre effective de la ressource dans chacune des classes, discussion collective sur les effets de cette mise en œuvre, écriture d'une fiche à destination d'un autre professeur (proposant des variables possibles pour le scénario, avertissant d'éventuelles difficultés), réflexion sur les liens à établir entre les différentes fiches numérisées, réflexion sur l'indexation de cette ressource. On observe ainsi le développement *de répertoires communautaires* (§ 3.4), ensembles de gestes, d'histoires et d'expériences partagées, qui dépassent le vivier.

Ce développement de répertoire, dans chaque groupe, va de pair avec l'émergence d'une *structure* commune des ressources, que nous appellerons *modèle*, au sens fort de résultat d'un processus de modélisation du travail documentaire : on l'a vu, dans le groupe géométrie, à travers l'émergence de scénarios d'usage, de comptes rendus d'expérimentation. Ce modèle a évolué de façon itérative, par des allers-retours entre les ressources existantes dans chaque groupe et les ressources rencontrées par ailleurs, entre les besoins de chaque communauté et les besoins de l'ensemble du SFoDEM. Cette évolution a été le produit de l'activité des communautés engagées dans le SFoDEM et de l'apport théorique des pilotes dans la cellule de formation. La figure 5 montre les grandes étapes de cette évolution. Au départ (2000), coexistaient différents modèles, suivant les groupes (par exemple une courte description de la ressource, une fiche pour l'élève et une fiche pour le professeur donnant quelques éléments de réflexion sur le problème posé). Peu à peu, les modèles initiaux se sont enrichis, et la confrontation des différents modèles a permis l'émergence d'un modèle commun :

- dans chaque communauté, est apparue assez vite une réflexion sur les *scénarios d'usage* et les *comptes d'expérimentation* (permettant de mutualiser les résultats de la mise à l'épreuve de la ressource) ;

- certaines modifications de structure ont été suggérées par les pilotes, comme l'ajout d'une fiche d'identification, avec des métadonnées extraites du LOM-FR (http – LOMFR) ;

- d'autres modifications sont apparues dans l'une des communautés, par exemple l'ajout d'une fiche *traces de travaux d'élèves,* apparue dans le groupe résolution de problèmes qui voulait intégrer dans chaque ressource certaines *narrations de recherche* des élèves

et n'arrivait pas à le faire dans le compte rendu d'expérimentation, davantage utilisé pour intégrer les observations du professeur ; cet ajout est discuté ensuite dans les autres groupes du SFoDEM, qui vont l'adapter à de nouveaux usages (l'intégration dans la ressource de copies d'écran, ou de copies d'élèves correspondant à des moments critiques du travail dans la classe, résultat et support d'une réflexion didactique).

Le dernier ajout à la structure est le CV (curriculum vitae de la ressource). Il permet d'inscrire dans la ressource son histoire propre, ses auteurs successifs et les motivations de ses évolutions. La ressource est bien vivante, élément d'un vivier commun, et chaque nouvel utilisateur, en se l'appropriant, se constitue en nouveau maillon d'une chaîne d'utilisateurs/auteurs. Des fichiers-satellites sont des éléments communs à plusieurs ressources : il peut s'agir d'éléments de mode d'emploi d'un logiciel, ou d'éléments théoriques produits de la réflexion d'une des communautés. Le vivier de ressources se nourrit peu à peu du travail documentaire commun.

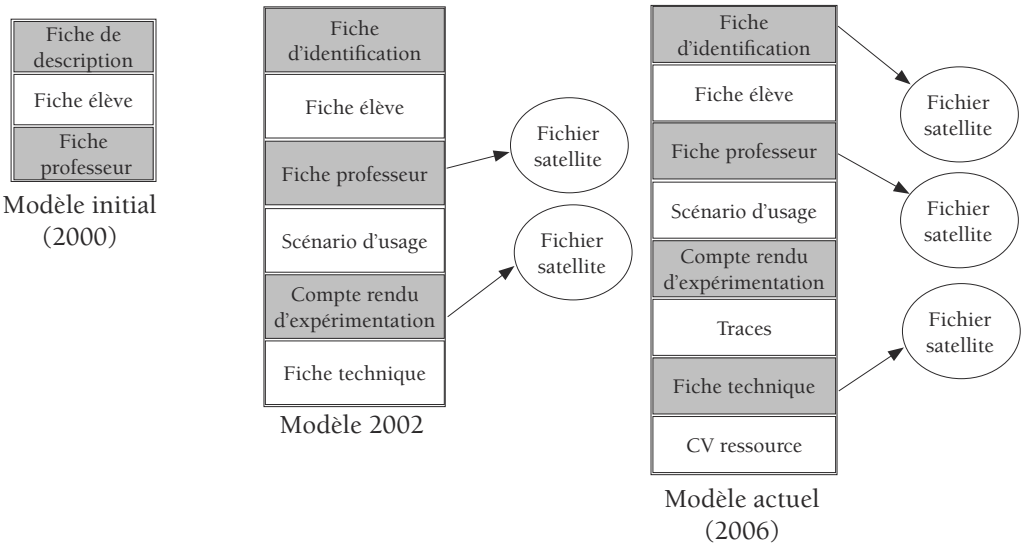


Figure 5. L'évolution de la structure des ressources du SFoDEM

Il s'agit là d'un modèle de ressources *produit* de la documentation des communautés qui constituent le SFoDEM. En même temps, il constitue un *ressort* pour ce travail, facilitant la conception et l'appropriation de nouvelles ressources au sein de ces communautés, voilà pourquoi nous l'appellerons *modèle documentaire communautaire*. Le modèle a évolué tout au long de l'histoire du SFoDEM, il est probable qu'il aurait évolué ensuite si le SFoDEM s'était poursuivi. Le modèle constitue ainsi une référence de ces communautés, et pour elles, la trace d'une étape de leur développement.

4.4 Genèses documentaires communautaires et genèses documentaires individuelles

Nous avons parlé jusqu'à cet endroit de *travail documentaire communautaire*. Nous ne pouvons certainement pas faire une simple transposition, de l'individu à la communauté, en parlant sans précaution de *genèse documentaire communautaire*. Nous avons en effet défini les genèses documentaires individuelles (§ 2.1) comme des processus de développement, à partir de ressources, de documents, intégrant des schèmes d'utilisation. Nous n'avons pas observé l'utilisation des ressources communes dans les classes des enseignants participant aux communautés du SFoDEM et ne pouvons donc pas parler de schèmes communautaires.

Nous proposons cependant de parler de *genèses documentaires communautaires*, en les définissant comme les processus de réification et de participation à l'œuvre dans les communautés d'enseignants et leurs effets sur les développements professionnels. Ces genèses comportent donc des productions de ressources communes, des éléments communs

d'usage de ces ressources, mais aussi de schèmes pour chacun des membres de la communauté. Il ne s'agit sans doute pas d'un seul schème, commun à tous les membres de la communauté, mais ce qu'on a observé, en particulier l'émergence d'un modèle commun, permet d'affirmer qu'il y a dans ces schèmes des éléments communs substantiels.

Nous avons essayé de schématiser les points de *contact, ou de frottement,* entre genèses communautaires et individuelles. Ce schéma (figure 6) représente la genèse du système documentaire d'un individu membre d'une communauté de pratique, et l'influence de la communauté sur cette genèse ; il tente ainsi de donner à voir les articulations entre documentation individuelle et documentation communautaire. La communauté intervient (au moins) à quatre endroits :

- elle contribue à l'apport de nouvelles ressources au professeur ;

- elle contribue à faire évoluer les ressources du professeur en en mettant en œuvre certaines, en les enrichissant de nouveaux éléments ;

- elle propose de nouvelles classes de situations (par exemple, un groupe du SFoDEM a introduit une classe de situations nouvelle pour certains de ses membres : gérer l'échange, via Internet de pistes de résolution de problèmes), ou participe à la reconfiguration des classes de situations existantes ;

- elle propose ou critique des *usages* de ressources, et participe donc au développement des documents eux-mêmes.

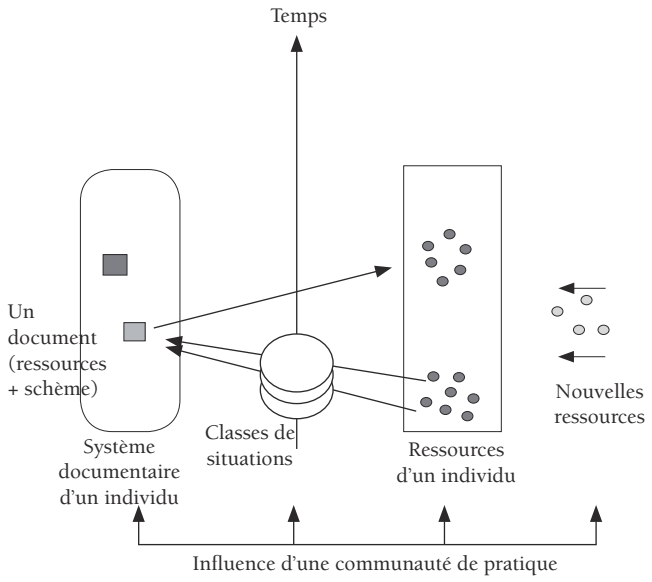


Figure 6. Représentation schématique de l'influence d'une documentation communautaire sur une documentation individuelle

Étudier les interrelations entre genèses communautaire et individuelle n'est pas chose facile. La méthodologie que nous avons mise en œuvre (§ 1.2) nous donne moins d'éléments sur le travail personnel du professeur que sur le travail communautaire (qui se développe en des lieux et des temps plus facilement identifiables). L'entretien que nous avons eu avec Marie-Françoise, qui a participé, comme formatrice, au SFoDEM pendant toute la durée de ce dispositif, nous donne cependant, sur ce point, quelques informations. Marie-Françoise faisait partie du groupe « résolution collaborative de problèmes via Internet » :

- nous avons pu repérer, dans son vivier propre de ressources, les ressources produites au cours de son

travail dans le SFoDEM. Celles-ci ne sont pas dans un lieu spécifique, mais réparties dans l'ensemble de la structure des ressources de Marie-Françoise (à la fois sur son ordinateur et dans ses classeurs papier), en fonction du thème mathématique qu'elles abordent. Les ressources SFoDEM se distinguent par la *marque* du modèle que nous avons présenté : certaines sont conformes à ce modèle, d'autres sont en mouvement vers ce modèle (Marie-Françoise les présente en disant *« là, il manque la fiche professeur, là la fiche d'identification est incomplète »…) ;*

- les ressources propres de Marie-Françoise sont hétérogènes, mais leur composition porte la trace d'échanges multiples. Il y a peu d'éléments sur la mise en œuvre de la ressource (la nécessité d'expliciter des usages est moindre pour une documentation individuelle que pour une documentation communautaire, la mémoire didactique du professeur joue là un rôle essentiel). Cependant Marie-Françoise explique que, au fur et à mesure du développement du travail documentaire communautaire, la frontière est moins nette entre ressources propres et vivier communautaire, une symbiose semble porter ses fruits. Le modèle de ressources, fruit du travail de la communauté, a une fonction essentielle dans cette symbiose : Marie-Françoise explicite ainsi parfois une ressource propre avec un scénario d'usage, met en évidence dans un scénario les variables sur lesquelles son expérience lui a montré qu'elle pouvait jouer ; elle relève des extraits significatifs des copies d'élèves dans une fiche que, en conformité avec le modèle, elle appelle « traces de travaux d'élèves », cela nécessite pour elle une réflexion sur les traces significatives de l'activité réelle des élèves, des apprentissages réalisés et des difficultés rencontrées ;

- les effets de la documentation communautaire apparaissent aussi dans ce qu'elle dit de sa propre expérience : *« le SFoDEM, si tu avais à en tirer les leçons pour toi, qu'est-ce que tu en dirais ? Ah ben, c'est sûr que ça nous a fait faire de sacrés bonds, je pense qu'on n'en serait pas du tout où on en est si on n'avait pas toute cette expérience » ;*

- enfin, l'expérience de documentation communautaire apparaît comme un ressort pour de nouvelles expériences. Marie-Françoise est engagée dans une nouvelle expérience de documentation communautaire, qu'elle décrit en relation avec son expérience antérieure : *« là, on est en train de faire des modifications justement sur les fiches élèves [avec Jean], en particulier, parce qu'il y avait eu tout ce travail sur le SFoDEM, les modèles, etc. Maintenant, on a mis des points de cours à l'intérieur, on a mis des points, ce que les élèves doivent savoir faire, il y a des choses qui apparaissent, qui n'apparaissaient pas encore dans le SFoDEM, mais qui peuvent apparaître parce qu'il y a eu tout le travail du SFoDEM… ».*

Bien sûr, ces relations fortes entre travail documentaire communautaire et individuel doivent être mises en relation avec le projet du SFoDEM :

- il s'agissait d'un dispositif de *formation*, donc orienté vers la production d'effets pour le travail personnel du professeur ;

- il s'agissait d'un dispositif qui pensait à la fois le développement de communautés de pratique, le développement d'interactions fortes entre différentes communautés de pratique et enfin la réflexion sur l'expérience individuelle et collective pour une transmission à d'autres.

Cet aspect réflexif était essentiel dans la réalisation de comptes rendus d'expérimentation de ressources en classe : comment puis-je rendre compte à d'autres de ce que j'observe dans ma classe ? (de ce point de vue, une des faiblesses du SFoDEM – l'absence d'observations collectives dans les classes – en est aussi une des forces : il faut rendre compte, pour d'autres, de ce qui apparaît dans le cours de la classe). Cet aspect réflexif s'est poursuivi dans l'écriture de l'histoire de ressources, puis, dans la dernière période du SFoDEM, dans l'écriture de l'histoire même du dispositif, comme passage de témoin à d'autres communautés de pratique, ou candidates communautés de pratiques (Guin, Joab, & Trouche 2008).

5. Discussion

Nous avons présenté ici les concepts fondamentaux d'une approche encore en cours d'élaboration. Le travail exposé est à poursuivre, sur le plan théorique et méthodologique ; les concepts sont à mettre à l'épreuve de l'étude de cas. Nous évoquons en conclusion certaines directions auxquelles il nous semble nécessaire de consacrer une attention spécifique.

5.1 Une approche documentaire du didactique

Cette approche considère le cours de l'action du professeur, dans son unité (hors classe, en classe) et son mouvement (dirigé par son développement professionnel), organisé autour du *travail documentaire* : elle distingue fondamentalement (§ 1.1) les *ressources* disponibles pour le professeur (en donnant à cette notion un sens très large) et les *documents* que celui-ci développe pour construire son enseignement et le mettre en œuvre. Les documents sont des entités hybrides, composées de ressources réorganisées et de schèmes d'utilisation structurés par des *invariants opératoires*.

Les *genèses documentaires*, processus de constitution des ressources en documents, sont complexes :

- elles combinent des processus *d'instrumentation* (les ressources instrumentent l'action didactique du professeur) et des processus *d'instrumentalisation* (le professeur s'approprie, modifie les ressources) ;

- les documents sont des entités vivantes : les ressources à partir desquelles ils se sont développés évoluent, les schèmes peuvent aussi évoluer à la rencontre de nouvelles situations. Les documents eux-mêmes produisent de nouvelles ressources qui pourront à leur tour donner matière à de nouveaux documents (§ 2.3) ;

- les documents ne vivent pas isolés. Ils sont structurés en *systèmes documentaires*, dont la structure est à mettre en relation avec la structure de l'activité des enseignants (§ 2.3) ;

- les genèses documentaires sont au cœur du développement professionnel des professeurs, dans une dialectique du *productif* et du *constructif* (§ 2.4).

Dans toute genèse documentaire, aspects individuels et collectifs se combinent :

- la numérisation des supports contribue à une évolution forte suscitant de nouveaux aspects collectifs du travail documentaire ;

- la dialectique *participation/réification*, inscrite dans le cadre des *communautés de pratique*, permet de comprendre le jeu entre l'engagement dans un collectif et la production d'un répertoire partagé ;

- genèses documentaires individuelles et communautaires, dans le cas de communautés de pratique d'enseignants, apparaissent alors profondément imbriquées ;

- nous avons mis en évidence, dans l'exemple du SFoDEM, l'importance des *modèles documentaires communautaires*, à la fois moteurs et produits du travail de co-élaboration documentaire.

Dans les cas individuels, comme dans les cas collectifs, l'élucidation des invariants opératoires au cœur des schèmes documentaires pose des problèmes méthodologiques qui doivent être étudiés de plus près.

5.2 Des questions méthodologiques à approfondir

Nous avons exploité un important corpus de données (issu d'entretiens, de l'expérience du SFoDEM et du travail sur MEP). Celui-ci est cependant insuffisant, dans la perspective d'une analyse du travail documentaire :

- dans le SFoDEM et à propos de MEP, nous disposons d'observations faites dans la durée, mais celles-ci ne portent que sur certains aspects du travail documentaire ;

- les entretiens que nous avons réalisés ont considéré ce travail dans sa globalité ; ils ont aussi interrogé les évolutions sur le long terme. Cependant, lors de ces entretiens, nous n'avons recueilli que des *déclarations* faites par les enseignants sur leur propre travail, ainsi que des ressources qu'ils avaient utilisées. Nous avons donc procédé à une reconstruction du travail documentaire réel à partir de ces déclarations et des ressources recueillies.

Étudier la documentation des professeurs, en classe et hors classe, soulève des difficultés méthodologiques spécifiques. Quelle méthodologie retenir pour étudier ces phénomènes en prenant en compte la durée, longue, des processus de transformation et de transmission de ressources, l'espace éclaté entre plusieurs lieux, (domicile, établissement, stages de formation continue), les différents collectifs à retenir, et les mutations des durées, lieux et collectifs engen-

drés par Internet ? On pourrait, par exemple, mettre en place, sur la durée, une collaboration avec des professeurs qui tiendraient un journal de bord de leur travail documentaire (ressources utilisées, collecte, tri, temps passé etc.), professeurs dont certains temps de travail hors classe et en classe pourraient être filmés, et donner lieu ensuite à une *auto-confrontation* : Roger, Ruelland, et Clot (2007) ont recours à une telle méthodologie pour étudier l'activité en classe. Il s'agirait alors de suivre des genèses documentaires, sur une durée et avec une continuité suffisantes. Ce travail méthodologique reste à entreprendre, pour mettre à l'épreuve l'approche que nous présentons ici.

5.3 Élargir l'étude : penser la transposition de ce travail sur la documentation au-delà des professeurs de mathématiques du second degré ?

Nous nous intéressons avant tout à la documentation des professeurs. Ainsi poser la question de la spécificité éventuelle de ce qui a été présenté ci-dessus pour des professeurs de mathématiques du second degré amène naturellement à considérer une transposition possible, d'une part au cas d'autres disciplines et, d'autre part, à d'autres niveaux d'enseignement (premier degré, enseignement supérieur) :

- concernant le transfert à d'autres disciplines, il est évident que ni les ressources, ni les usages ne sont génériques : les logiciels de géométrie que nous avons évoqués se rencontrent principalement en mathématiques, un javelot ne se rencontre qu'en éducation physique… Lorsque des ressources de même type apparaissent dans plusieurs disciplines, il est intéressant d'interroger les usages potentiellement différents qui peuvent en être faits. Ainsi le manuel scolaire n'est probablement pas utilisé de la même manière en mathématiques et en langues, le tableau blanc interactif que nous avons évoqué est sans doute davantage utilisé pour ses possibilités de navigation Internet en géographie qu'en mathématiques… Des études conjointes restent à engager ;

- en ce qui concerne le premier degré, la documentation des professeurs des écoles enseignant les mathématiques a fait l'objet d'un cours par Margolinas et Wozniak (à paraître) lors de l'école d'été de didactique des mathématiques 2007. Dans ce cours, elles considèrent que le professeur élabore une *œuvre*, comme réponse à un problème professionnel (« comment faire mon cours ? »). Cette œuvre se construit comme un *cristal* autour d'un *document générateur* : un document qui est à l'origine de la cristallisation de l'œuvre et porte donc en germe la forme de celle-ci. Dans les entretiens que nous avons menés avec des professeurs du secondaire, nous n'avons pas identifié une telle ressource centrale, susceptible d'influencer toutes les genèses ultérieures. S'agit-il d'une différence entre les pratiques documentaires du premier et du second degré ou d'une conséquence de la différence de points de vue théoriques ? Des différences entre le travail documentaire au premier et second degré existent certainement ; par exemple, les programmations très précises proposées par les manuels du premier degré n'ont pas de correspondant dans le secondaire ; la place du numérique n'est probablement pas la même ; les modes de travail en commun diffèrent… Des études comparatives seraient sans doute utiles ;

- à propos de l'enseignement des mathématiques à l'université, nous avons mené une étude centrée sur l'élaboration collective d'évaluations, partiels et examens finaux (Gueudet & Lebaud 2008). Considérant cette élaboration comme un travail documentaire collectif, nous avons identifié, pour le collectif formé par les enseignants d'un module de première année, un vivier de ressources, dans lequel les feuilles de travaux dirigés, d'une part, et les annales des sujets donnés les années précédentes, d'autre part, jouent un rôle spécifiquement important. Nous avons relevé des éléments communs de schèmes, qui sont apparus fortement influencés par des contraintes institutionnelles ; dans le même temps, les textes élaborés fixent pour partie les attentes institutionnelles. Dans ce cas, nous avons donc noté des spécificités, mais aucune n'a empêché la transposition des concepts de l'approche documentaire que nous avons présentée ici.

Il nous semble cependant que tous les professeurs, quelle que soit leur spécialité, du premier degré à l'enseignement supérieur, réalisent un travail documentaire, et que, dans tous les cas, ce travail occupe une part importante de leur activité et intervient dans leur développement professionnel. Les ressources, l'usage qui en est fait, les conditions et contraintes institutionnelles, diffèrent certainement

dans les divers contextes que nous avons évoqués. Mais nous faisons l'hypothèse que les principes de l'approche documentaire tels que nous les avons exposés ci-dessus restent valides.

5.4 Approfondir l'étude

Nous avons proposé une étude portant sur les invariants opératoires des enseignants. Systématiser l'étude, proposer des catégories pour la description des invariants opératoires, suppose un développement de notre approche. Celui-ci demande une réflexion sur ce qui contribue à forger ces invariants : conditions et contraintes institutionnelles, contrat didactique… De nombreuses articulations théoriques restent donc à élucider.

Par ailleurs, nous avons aussi évoqué (§ 2.3) les *systèmes documentaires* des enseignants. Nous avons indiqué que la structure et la dynamique de ces systèmes documentaires peuvent constituer une clef pour l'étude du développement professionnel des enseignants. Cette question de structure est complexe, très liée à la question précédente de caractérisation des invariants opératoires. Peut-on faire apparaître des catégories d'invariants opératoires, plus ou moins généraux, qui contribuent à structurer le système documentaire ? En s'attachant à l'articulation, non pas des invariants opératoires, mais des classes de situations, Rabardel et Bourmaud (2005) parlent d'un *instrument pivot* dans le système d'instruments, occupant une place centrale et contribuant à l'articulation des autres instruments. Nous appuyant sur leur travail, nous avons formulé l'hypothèse de l'existence, au cœur du système documentaire, de *documents pivots* (Gueudet & Trouche, à paraître) ; les données issues de nos entretiens semblaient confirmer cette hypothèse, mais éclaircir ce point nécessite sans doute d'autres données et un approfondissement de leur exploitation.

Les genèses documentaires communautaires et leurs articulations avec les genèses individuelles nécessitent également d'autres études, pour éclairer en particulier le rôle que peut jouer l'appartenance à une communauté de pratique dans le développement professionnel des professeurs. Une telle recherche permettrait d'entreprendre des actions didactiques, dans le contexte de la formation continue notamment, tournées vers l'accompagnement de genèses communautaires. L'expérience du SFoDEM détaillée ci-dessus a montré que cet accompagnement était possible. Elle a également conduit à l'introduction de la notion *d'assistant méthodologique*, ensemble de ressources proposées pour initier et entretenir le travail documentaire collectif (Guin & Trouche 2008). Quels assistants méthodologiques proposer aux professeurs, mais également aux formateurs d'enseignants ? Ces questions sont actuellement à l'étude dans le projet INRP- Pairform@nce (Gueudet, Soury-Lavergne, & Trouche 2008), projet de recherche et de conception de parcours de formation continue. Ces parcours doivent permettre à des formateurs la mise en place de formations visant l'intégration des TICE, et reposant sur la conception collaborative de séquences de classe par des équipes d'enseignants stagiaires. Dans ce projet, le travail documentaire communautaire des enseignants stagiaires, mais également des formateurs, joue un rôle central.

Un important travail reste donc à entreprendre. Nous avons proposé un point de vue nouveau, plaçant le travail documentaire au centre de l'activité des professeurs. Il nous semble que ce point de vue pourrait être pris en compte dans de nombreuses recherches. Il est en tout cas certain que la généralisation des ressources numériques pour les enseignants, qui a constitué le point de départ de notre réflexion, entraîne une *métamorphose* du travail documentaire des professeurs. Comprendre et accompagner cette métamorphose constitue un enjeu essentiel pour la recherche en éducation et en didactique dans les années à venir. Il suppose à la fois des recherches propres aux communautés concernées, mais aussi des recherches pluridisciplinaires, croisant des approches de différents champs (didactique, sciences de l'éducation, sciences de l'information et de la communication, informatique, histoire et épistémologie…). C'est en particulier vers cet enjeu, et les différents chantiers qu'il implique, qu'est dirigée la contribution que nous avons présentée ici.

NOTES

1. La référence http-XXX renvoie à une adresse web repertoriée en bibliographie sous l'entrée XXX.

2. Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement.

3. Dans ce qui suit, les extraits d'entretien sont retranscrits en italique et entre guillemets.

4. http-Mathenpoche, niveau 3e, domaine Géométrie, chapitre Trigonométrie, série Sinus, exercice 1.

RÉFÉRENCES

Adler, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Éducation,* 3, 205 – 224.

ARIADNE (Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe) (1996). Fondation pour le Vivier de Connaissances Européen : association internationale à but non-lucratif. http://www.ariadne-eu.org/(consulté le 2 août 2008).

Assude, T. (2008). Teachers'practices and degree of ICT integration. In D. Pitta-Pantazi & G. Philippou (dir.), *Proceedings of the fifth congress of the European Society for Research in Mathematics Éducation*, CERME 5, Larnaca, Chypre, http://ermeweb.free.fr/CERME5b/.

Assude, T. & Mercier, A. (2007). L'action conjointe professeur-élèves dans un système didactique orienté vers les mathématiques. In G. Sensevy & A. Mercier (dir.), *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (p.. 153-185). Rennes : Presses universitaires de Rennes.

Bachimont, B. & Crozat, S. (2004). Instrumentation numérique des documents : pour une séparation fonds/forme. *Revue I3*, 4 (1), 95-104.

Balacheff, N. (1987). Processus de preuve et situations de validation. *Educational Studies in Mathematics,* 18 (2), 147-176.

Ball, D.L., Hill, H.C., & Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching. Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide ? *American educator*, fall 2005, 14-46.

Ball, D.L. & Cohen, D. (1996). Reform by the book : what is – or might be- the role of curriculum materials in teacher learning and instructional reform ? *Educational researcher,* 25 (9), 6-8, 14.

Béguin, P. (2005). Concevoir pour les genèses professionnelles. In P. Rabardel & P. Pastré (dir.), *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement* (p.. 31-52). Toulouse : Octarès.

Bourdieu, P. (1980). *Le sens pratique*. Paris : Editions de minuit.

Bourdieu, P. (1992). *Réponses*. Paris : Seuil.

Bourdieu, P. (1997). *Méditations pascaliennes*. Paris : Seuil.

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La pensée sauvage.

Bruillard, B. (2007). Textbooks and numerical publishing : an instrumental point of view. In B.S. Kwak & C.C. Gim (eds), *Internet and Textbook* (p.. 115-132), 2006 IARTEM Seoul, Mini-Conference Volume. Korea : KyoyookKwahakSa Publishing Company.

Bueno-Ravel, L. & Gueudet, G. (2008). Online resources in mathematics : teachers'genesis of use. In D. Pitta-Pantazi & G. Philippou (dir.), *Proceedings of the fifth congress of the European Society for Research in Mathematics Éducation*, CERME 5, Larnaca, Chypre, http://ermeweb.free.fr/CERME5b/.

Chevallard, Y. (2002). Ecologie et régulation. In J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot, & R. Floris (dir.), *Actes de la XIe École d'été de didactique des mathématiques* (p.. 41-56). Grenoble : La pensée sauvage.

Chevallard, Y. (2003). Didactique et formation des enseignants, Journées d'études INRP-GÉDIAPS *Vingt ans de recherche en didactique de l'Éducation Physique et Sportive à l'INRP (1983-2003),* Paris, http://www.icme-organisers.dk/tsg28/YC - Didactique et formation des enseignants_2003.pdf.

Clot, Y. (2007). De l'analyse des pratiques au développement des métiers. *Éducation et Didactique,* 1 (1), 83-93.

Cobb, P., Zhao, Q., & Visnovska,, J. (2008). Learning from and Adapting the Theory of Realistic Mathematics education. *Éducation et Didactique*, 2 (1), 105-123.

Coulange, L. (2001). Pratiques du professeur dans l'enseignement des systèmes d'équation en classe de Troisième : double point de vue écologique et économique. *Recherches en Didactique des Mathématiques,* 21 (3), 305-354.

Cooney, T.J. (1999). Conceptualizing teachers'ways of knowing. *Educational Studies in Mathematics*, 38, 163-187.

Crozat, S. (2007). Bonnes pratiques pour l'exploitation multi-usages de contenus pédagogiques : la raison du calcul est toujours la meilleure. In M. Baron, D. Guin, & L. Trouche (dir.), *Environnements informatisés et ressources numériques pour l'apprentissage : conception et usages, regards croisés* (p.. 255-286). Paris : Hermès.

Douglas, M. (1999). *Comment pensent les institutions* ? Paris : La découverte.

Engeström, Y. (1999). Activity Theory and Individual and Social Transformation. In Y. Engeström, R. Miettinen, & R.-L. Punamäki (dir.), *Perspectives on Activity Theory (Learning in doing : Social, Cognitive, and Computational Perspectives)* (p.. 19-38). New York : Cambridge University Press

Fleck, L. (2005). *Genèse et développement d'un fait scientifique* (N. Jas, trad.). Paris : Les belles lettres (édition originale, 1934).

Goigoux, R. (2007). Un modèle d'analyse de l'activité des enseignants. *Éducation et Didactique,* 1 (3), 47-69.

Gueudet, G. & Lebaud, M.-P. (2008). Quelle évaluation à l'université en mathématiques ? *Actes du V^e colloque Questions de pédagogie dans l'enseignement supérieur, Enseigner et étudier dans le supérieur : pratiques pédagogiques et finalités éducatives*, (p.. 289-300), Brest.

Gueudet, G. & Trouche, L. (à paraître). Vers de nouveaux systèmes documentaires des professeurs de mathématiques. In I. Bloch, F. Conne, F. Chellougui, G. Gueudet, M. Hersant, & E. Roditi (dir.), *Actes de la XIV^e École d'été de didactique des mathématiques*. Grenoble : La pensée sauvage.

Gueudet, G. & Trouche, L. (in press) Towards new documentation systems for mathematics teachers, Educational Studies in Mathematics, DOI 0.1007/s10649-008-9159-8.

Gueudet, G., Soury-Lavergne, S., & Trouche, L. (2008). Soutenir l'intégration des TICE : quels assistants méthodologiques pour le développement de la documentation collective des professeurs ? Exemples du SFoDEM et du dispositif Pairform@nce. *Communication pour le colloque DIDIREM*, Paris, septembre 2008.

Guin, D. & Trouche, L. (dir.) (2002). *Calculatrices symboliques : transformer un outil en un instrument du travail mathématique, un problème didactique*. Grenoble : La pensée sauvage.

Guin, D., Joab, M., & Trouche, L. (dir.) (2003). *SFoDEM : bilan de la phase expérimentale*. Montpellier : IREM (Université Montpellier 2).

Guin, D., Joab, M., & Trouche, L. (dir.) (2008). *Conception collaborative de ressources pour l'enseignement des mathématiques, l'expérience du SFoDEM (2000-2006)*. Lyon : INRP et Montpellier : IREM (Université Montpellier 2).

Guin, D. & Trouche, L. (2008). Un assistant méthodologique pour étayer le travail documentaire des professeurs : le cédérom SFoDEM 2007. Co-édition *Repères-IREM* (72, à paraître) et Educmath, dossier mutualisation http://educmath.inrp.fr/Educmath/lectures/dossier_mutualisation/

Honneth, A. (2005). *La réification. Petit traité de théorie critique*. Paris : Gallimard.

LOMFR, présentation du schéma LOM sur le site Educnet, http://www.educnet.education.fr/dossier/metadata/lom2.htm (consulté le 02 mai 2008).

Lagrange, J.-B., Bessières, D., Blanchard, M., Loisy, C., & Vandebrouck, F. (eds) (2007) *Genèses d'usages professionnels des technologies chez les enseignants,* rapport intermédiaire de l'ACI GUPTEn, http://gupten.free.fr/g-publis.html

Margolinas, C. (2002). Situations, milieux, connaissances. L'activité du professeur. In J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot, & R. Floris (dir.), *Actes de la XI^e École d'été de didactique des mathématiques* (p.. 141-155). Grenoble : La pensée sauvage.

Margolinas, C., Canivenc B., de Redon, M.-C., Rivière, O., & Wozniak, F. (2005). Que nous apprend le travail mathématiques hors classe des professeurs pour la formation des maîtres ? In COPIRELEM (dir.), *Actes du 31e colloque sur la formation des maîtres, Quelles mathématiques faire vivre à l'école ? Quels outils pour les maîtres ?* (p.. 1-19). Toulouse : IREM de Toulouse.

Margolinas, C. & Wozniak, C. (à paraître). Place des documents dans l'élaboration d'un enseignement de mathématiques à l'école primaire. In I. Bloch, F. Conne, F. Chellougui, G. Gueudet, M. Hersant, & E. Roditi (dir.), *Actes de la XIVe École d'été de didactique des mathématiques*. Grenoble : La pensée sauvage.

Mathenpoche, site de la base d'exercices de mathématiques pour le collège, http://mathenpoche.sesamath.net/ (consulté le 2 août 2008).

Mauss, M. (1950). *Sociologie et anthropologie*. Paris : Presses Universitaires de France.

Mercier, A. (1998). La participation des élèves à l'enseignement. *Recherches en Didactique des mathématiques,* 18 (3), 279-310.

Pédauque, R. T. (coll.) (2006). *Le document à la lumière du numérique*. Caen : C & F éditions.

Pédauque, R. T. (coll.) (2007). *La redocumentarisation du monde*. Toulouse : Cépaduès éditions.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.

Rabardel, P. (1999). Éléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. In M. Bailleul (dir.), *Actes de la Xe École d'été de didactique des mathématiques* (p.. 202-213). Caen : IUFM.

Rabardel, P. (2005). Instrument subjectif et développement du pouvoir d'agir. In P. Rabardel & P. Pastré (dir.), *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement* (p.. 11-29). Toulouse : Octarès.

Rabardel, P. & Bourmaud, G. (2005). Instruments et systèmes d'instruments. In P. Rabardel & P. Pastré (dir.), *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement* (p.. 211-229). Toulouse : Octarès

Remillard, J.T. (2005). Examining key concepts in research on teachers'use of mathematics curricula. *Review of Educational Research,* 75 (2), 211-246.

Roger, J.-L., Ruelland, D., & Clot Y. (2007). De l'action à la transformation du métier : l'activité enseignante au quotidien. *Éducation et sociétés,* 19 (1), 133-146.

Ruthven, K. (2008). Teachers, technologies and the structures of schooling. In D. Pitta-Pantazi & G. Philippou (dir.), *Proceedings of the fifth congress of the European Society for Research in Mathematics Éducation*, CERME 5, Larnaca, Chypre, http://ermeweb.free.fr/CERME5b/.

Salin, M.-H. (2002). Repères sur l'évolution du concept de milieu en théorie des situations. In J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot, & R. Floris (dir.) *Actes de la XIe École d'été de didactique des mathématiques* (p.. 111-124). Grenoble : La pensée sauvage.

Schulman, L. (1986). Those who understand : knowledge growth in teaching. *Educational Researcher,* 15, 4-14.

Sésamath, site de l'association Sésamath, association à but non lucratif regroupant des enseignants de mathématiques, http://www.sesamath.net (consulté le 2 août 2008).

Strauss, A. (1992). *La trame de la négociation : sociologie qualitative et interactionnisme*, Textes réunis et présentés par I. Baszanger. Paris : L'Harmattan.

Vergnaud, G. (1996). Au fond de l'apprentissage, la conceptualisation. In R. Noirfalise & M.-J. Perrin (dir.), *École d'été de didactique des mathématiques* (p.. 174-185). Clermont-Ferrand : IREM (Université Clermont-Ferrand 2).

Wenger, E. (1998). *Communities of practice. Learning, meaning, identity*. New York : Cambridge University Press.

Wenger, E., McDermott, R., & Snyder, W. (2002). *Cultivating communities of practice : a guide to managing knowledge*. Havard Business School Press.